



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“EFICIENCIA DEL CARBÓN ACTIVADO OBTENIDO DE BIOPOLÍMEROS  
NATURALES, EN LA ADSORCIÓN DE PETRÓLEO EN AGUA DE MAR A NIVEL  
LABORATORIO CALLAO-2018”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA:**

**ARUHUANCA PAUCAR, MARIELA ELENA**

**ASESOR:**

**DR. FRANCISCO ALEJANDRO ALCÁNTARA BOZA**


**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS**

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## PÁGINA DEL JURADO

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por:

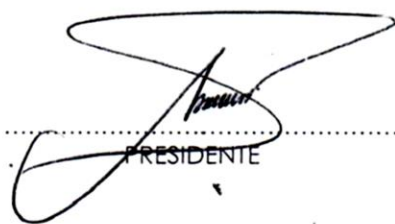
ARJHUANCA PAUCAR Mariela Elena

cuyo título es:

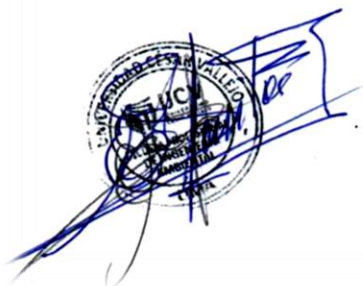
Eficiencia del carbón activado obtenido de biopolímeros naturales, en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio Callao-2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el(los) estudiantes, otorgándole el calificativo de: 15 (número)  
QUINCE (letras).

Los Olivos 15 de Enero del 2019.

  
PRESIDENTE

  
SECRETARIO



  
VOCAL

## **DEDICATORIA**

La presente investigación realizada representa para mí un gran esfuerzo para lograr concretar con satisfacción esta etapa de estudiante de ingeniería ambiental, por lo cual se lo dedico a mis padres que gracias a su apoyo incondicional me dieron las fuerzas para culminar con éxito esta etapa y sobre todo a Dios quien fue mi fuerza y guía para no darme por vencida en este camino que he recorrido para lograr mi objetivo de ser una profesional en la carrera de ingeniería ambiental.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primero a mis padres, que me brindaron su comprensión y apoyo económico, para lograr culminar esta etapa de mi carrera, a mi asesor el Dr. Francisco Alejandro Alcántara Boza por apoyarme en el desarrollo de mi tesis, y a todas las personas que hicieron realidad la elaboración de este proyecto de investigación, con todos ellos mis más sinceros agradecimientos.

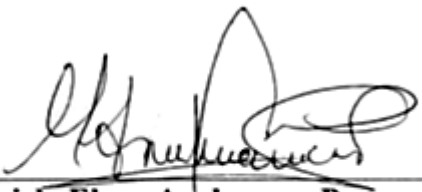
## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Mariela Elena Aruhuanca Paucar con DNI N° 72875526, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, Escuela académica profesional de ingeniería ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la universidad Cesar Vallejo.

Lima 18 de diciembre del 2018



---

**Mariela Elena Aruhuanca Paucar**  
**DNI N° 72875526**

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la universidad César Vallejo presento ante usted la tesis titulada “Eficiencia del carbón activado obtenido de biopolímeros naturales, en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio Callao-2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de ingeniera ambiental.

**Mariela Elena Aruhuanca Paucar**

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO .....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	V
PRESENTACIÓN .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN .....	XIII
ABSTRACT .....	XIV
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática .....	2
1.2. Trabajos Previos .....	4
1.2.1. A nivel Internacional .....	4
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	12
1.3.1. Carbón activado .....	12
1.3.2. Concepto de biopolímero.....	14
1.3.3. Materia Prima .....	15
1.3.4. Concepto de Petróleo .....	18
1.3.5. Agua de Mar .....	19
1.3.6. Indicadores del problema de investigación.....	21
1.4. Formulación del Problema .....	24
1.4.1. Problema general.....	24
1.4.2. Problemas específicos .....	24
1.5. Justificación del Estudio.....	24
1.6. Hipótesis.....	26
1.6.1. Hipótesis General.....	26
1.6.2. Hipótesis específicas .....	26
1.7. Objetivos de la Investigación .....	26
1.7.1. Objetivo General .....	26
1.7.2. Objetivos Específicos.....	26
II. MÉTODO .....	28
2.1. Diseño de investigación .....	28
2.2. Variables, operacionalización.....	28

2.3.	Población y Muestra .....	30
2.3.1.	Población .....	30
2.3.2.	Muestra .....	30
2.3.3.	Unidad de análisis .....	30
2.3.4.	Localización de la zona de toma de muestra de agua de mar .....	30
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	31
2.4.1.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	31
2.4.2.	Procedimiento del desarrollo del estudio .....	33
2.4.3.	Requisitos de la medición: Validez y Confiabilidad.....	44
2.5.	Métodos de análisis de datos.....	46
2.6.	Aspectos éticos.....	46
III.	RESULTADOS .....	47
3.1.	Caracterización del agua de mar .....	47
3.2.	Pre-Tratamiento con diferentes cantidades de carbón activado de coco .....	48
3.3.	Pre-Tratamiento con diferentes cantidades de carbón activado de plumas de pollo .....	51
3.4.	Análisis de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) después del tratamiento .....	57
3.4.1.	Análisis de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), después del tratamiento con carbón activado de coco. ....	57
3.4.2.	Análisis de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), después del tratamiento con carbón activado de plumas de pollo.....	59
3.5.	Resultados de la eficiencia del carbón activado con biopolímeros naturales en la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo. ....	62
3.6.	Resultados de la capacidad de adsorción del uso de carbón activado con biopolímeros naturales .....	63
3.7.	Resultados de la evaluación de parámetros fisicoquímicos (post- tratamiento con C.A de coco) .....	65
3.7.1.	Resultados de pH en los tres (03) tratamientos evaluados.....	65
3.7.2.	Resultados de Oxígeno disuelto (mg/l) en los tres (03) tratamientos evaluados.....	67
3.7.3.	Resultados de Conductividad Eléctrica ( $\mu$ S/cm) en los tres (03) tratamientos evaluados.....	69
3.7.4.	Resultados de la salinidad (%Na) en los tres (03) tratamientos evaluados .....	70
3.7.5.	Resultados de Sólidos Totales Disueltos (mg/l) en los tres (03) tratamientos evaluados.....	72
3.8.	Resultados de la evaluación de parámetros fisicoquímicos (post- tratamiento con C.A de plumas de pollo).....	73
3.8.1.	Resultados de pH en los tres (03) tratamientos evaluados.....	73
3.8.2.	Resultados de Oxígeno disuelto (mg/l) en los tres (03) tratamientos evaluados.....	75



3.8.3.	Resultados de Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en los tres (03) tratamientos evaluados.....	76
3.8.4.	Resultados de la salinidad (%Na) en los tres (03) tratamientos evaluados .....	78
3.8.5.	Resultados de Sólidos Totales Disueltos (mg/l) en los tres (03) tratamientos evaluados.....	79
3.9.	Análisis estadístico de los resultados obtenidos en el post-tratamiento .....	81
IV.	DISCUSIÓN .....	89
V.	CONCLUSIONES .....	92
VI.	RECOMENDACIONES .....	93
VII.	REFERENCIAS.....	94
VIII.	ANEXOS.....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de Operacionalización de variables .....	29
Tabla 2. Ubicación de la toma de muestra de agua de mar .....	30
Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	32
Tabla 4. Características de la muestra de petróleo obtenida de la Refinería “La Pampilla” ....	38
Tabla 5. Aparatos, reactivos y materiales para el empleo del método Soxhlet.....	40
Tabla 6. Instrumentos de validación de datos.....	45
Tabla 7. Relación de especialistas que validaron los instrumentos de recolección de datos....	45
Tabla 8. Resultados de los parámetros analizados en laboratorio de la muestra de agua de mar- Callao .....	47
Tabla 9. Análisis de Pre-Tratamiento N°1 con diferentes cantidades de C.A de coco .....	49
Tabla 10. Análisis de Pre-Tratamiento N°2 con diferentes cantidades de C.A de coco .....	50
Tabla 11. Análisis de Pre-Tratamiento N°1 con diferentes cantidades de C.A de plumas de pollo .....	52
Tabla 12. Análisis de Pre-Tratamiento N°2 con diferentes cantidades de C.A de plumas de pollo .....	54
Tabla 13. Análisis de Pre-Tratamiento N°3 con diferentes cantidades de C.A de plumas de pollo .....	56
Tabla 14. Resultados de pH en los tratamientos evaluados.....	65
Tabla 15. Resultados del Oxígeno disuelto (mg/l) de los tratamientos evaluados.....	67
Tabla 16. Resultados de la Conductividad Eléctrica ( $\mu$ S/cm) en los tratamientos evaluados. .	69
Tabla 17. Resultados de la salinidad (%Na) en los tratamientos evaluados.....	70
Tabla 18. Resultados de los Solidos Totales Disueltos (mg/l)en los tratamientos evaluados. .	72
Tabla 19. Resultados de pH en los tratamientos evaluados.....	73
Tabla 20. Resultados del Oxígeno disuelto (mg/l) de los tratamientos evaluados.....	75
Tabla 21. Resultados de la Conductividad Eléctrica ( $\mu$ S/cm) en los tratamientos evaluados. .	76
Tabla 22. Resultados de la salinidad (%Na) en los tratamientos evaluados.....	78
Tabla 23. Resultados de los Solidos Totales Disueltos (mg/l)en los tratamientos evaluados. .	79
Tabla 24. Prueba de Normalidad – Eficiencia del Carbón Activado .....	81
Tabla 25. Prueba de T-student para una muestra – Eficiencia del Carbón activado en Coco y Plumas de pollo .....	82
Tabla 26. Prueba de Normalidad – Adsorción del Carbón Activado con biopolímeros naturales .....	83
Tabla 27. Prueba de Normalidad – Eficiencia del Carbón Activado .....	84
Tabla 28. Prueba de T-student para muestras relacionadas – Variación de los parámetros físicoquímicos – Carbón activado de Coco .....	85
Tabla 29. Prueba de T student para muestras relacionadas – Variación de los parámetros físicoquímicos – Carbón activado de Plumas de pollo .....	85
Tabla 30. Prueba de ANOVA (ANALISIS UNITARIO DE VARIANZA).....	86
Tabla 31. Prueba de tukey .....	87
Tabla 32. Prueba de ANOVA (ANALISIS UNITARIO DE VARIANZA).....	87
Tabla 33. Prueba de tukey .....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las áreas marino costeras contaminadas por hidrocarburos de petróleo	4
Figura 2. Estructuras y elementos de una pluma de pollo. ....	16
Figura 3. Proceso de envejecimiento del petróleo. ....	20
Figura 4. Mapa de ubicación de toma de muestra de agua de mar .....	31
Figura 5. Plumas de pollo lavada y triturada .....	35
Figura 6. Aplicación del agente activante .....	36
Figura 7. Proceso de activación en la mufla .....	36
Figura 8. Obtención del carbón activado de plumas de pollo .....	36
Figura 9. Molienda del carbón activado obtenido.....	37
Figura 10. Molienda del carbón activado obtenido.....	37
Figura 11. Molienda del carbón activado obtenido.....	37
Figura 12. Localización de muestra de agua de mar.....	38
Figura 13. Muestra de agua de mar contaminada con petróleo. ....	39
Figura 14. A) Proceso de adsorción de petróleo crudo mediante el método Soxhlet, B) Resultado de adsorción de petróleo crudo mediante el método Soxhlet. ....	40
Figura 15. Resultados de la adsorción de petróleo crudo en la muestra de agua de mar mediante el método Soxhlet .....	41
Figura 16. Tratamiento de las muestras de agua de mar contaminada con C.A de coco mediante el uso de la Prueba de Jarras. ....	42
Figura 17. Preparación de las muestras de agua de mar contaminada con 20 ml de TPH a nivel laboratorio.....	43
Figura 18. Tratamiento de las muestras contaminadas con (5, 8 y 11) g de C.A de coco .....	43
Figura 19. Tratamiento de las muestras contaminadas con (12, 15 y 18) g de C.A de plumas de pollo. ....	44
Figura 20. Evaluación de parámetros fisicoquímicos en la muestra de agua de mar.....	47
Figura 21. Pre-Tratamiento N°1 con diferentes dosis de C.A de material orgánico empleado. .....	53
Figura 22. Pre-tratamiento N°2 con diferentes dosis de C.A de material orgánico empleado. .....	55
Figura 23. Representación gráfica del tratamiento N°1 con C.A de coco .....	57
Figura 24. Representación gráfica del tratamiento N°2 con C.A de coco .....	58
Figura 25. Representación gráfica del tratamiento N°3 con C.A de coco.....	59
Figura 26. Representación gráfica del tratamiento N°1 con C.A de plumas de pollo.....	60
Figura 27. Representación gráfica del tratamiento N°2 con C.A de plumas de pollo.....	60
Figura 28. Representación gráfica del tratamiento N°3 con C.A de plumas de pollo.....	61
Figura 29. Representación gráfica de la eficiencia del tratamiento con C.A de fibra de coco. ....	62
Figura 30. Representación gráfica de la eficiencia del tratamiento con C.A de plumas de pollo	63
Figura 31. Representación gráfica de la capacidad de adsorción del C.A de fibra de coco .....	64
Figura 32. Representación gráfica de la capacidad de adsorción del C.A de plumas de pollo. ....	64
Figura 33. Resultados de PH en los tratamientos evaluados con C.A de fibra de coco .....	66
Figura 34. Representación gráfica de la variación del oxígeno disuelto (mg/l) de las muestras tratadas con C.A de coco.....	68

Figura 35. Representación gráfica de la variación de la conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) de las muestras tratadas con C.A de coco. ....	70
Figura 36. Representación gráfica de la variación de la salinidad (%Na) de las muestras tratadas con C.A de coco.....	71
Figura 37. Representación gráfica de la variación de Sólidos Totales Disueltos (mg/l) de las muestras tratadas con C.A de coco .....	73
Figura 38. Representación gráfica de la variación de Ph de las muestras tratadas con C.A de plumas de pollo.....	74
Figura 39. Representación gráfica de la variación de oxígeno disuelto de las muestras tratadas con C.A de plumas de pollo. ....	76
Figura 40. Representación gráfica de la variación de la conductividad eléctrica en las muestras tratadas con C.A de plumas de pollo. ....	77
Figura 41. Representación gráfica de la variación de la salinidad en las muestras tratadas con C.A de plumas de pollo.....	79
Figura 42. Representación gráfica de la variación de los sólidos totales disueltos en las muestras tratadas con C.A de plumas de pollo. ....	80

## RESUMEN

El presente estudio busca determinar mediante análisis físicos y químicos la diferencia de capacidad de adsorción del petróleo empleando carbón activado obtenido a partir de biopolímeros naturales(queratina y celulosa), para su elaboración se recolectaron en primera instancia agua de mar de un punto alejado a la Playa La punta – Callao, donde su grado de pureza es mayor, se consiguió una muestra de petróleo crudo de la Refinería La Pampilla, así mismo se recolecto plumas de pollo y cascara de coco para luego ser procesados y obtener el carbón activado a utilizar en la experimentación, luego se procedió a realizar pruebas para determinar con que cantidad de fibra de coco y plumas de pollo sería más óptimo trabajar, es por ello que se trabajó con 3 tratamientos de carbón activado a base de pollo con las cantidades de 12, 15 y 18g y con 3 tratamientos de carbón activado a base de fibra de coco en distintas cantidades 5g, 8 g y 11g.

Los resultados obtenidos con la aplicación de 8g de carbón activado de coco se obtuvo el mejor porcentaje de eficiencia, siendo este el 99.91%, en la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en las muestras trabajadas, en el caso del carbón activado con plumas de pollo, la cantidad de 18g de carbón activado obtuvo el mejor porcentaje de eficiencia, siendo este el 94.66%, en la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en las muestras trabajadas, en base a todo ello se concluye que el empleo de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales es eficiente en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio, ya que se obtuvieron resultados favorables en la presente investigación.

**Palabras claves:** carbón activado, biopolímeros naturales, petróleo, agua de mar

## ABSTRACT

The present study seeks to determine by physical and chemical analysis the difference in the adsorption capacity of petroleum using activated carbon obtained from natural biopolymers (keratin and cellulose), for its elaboration, seawater was first collected from a point remote from the La Punta - Callao beach, where its degree of purity is higher, a sample of crude oil was obtained from the La Pampilla Refinery, as well as chicken feathers and coconut shells were collected and then processed and obtained the activated carbon to be used in experimentation, then proceeded to perform tests to determine how much coconut fiber and chicken feathers would be more optimal to work, that is why we worked with 3 treatments of activated charcoal based on chicken with the amounts of 12, 15 and 18g and with 3 treatments of activated carbon based on coconut fiber in different quantities 5g, 8g and 11g.

The results obtained with the application of 8g of coconut activated carbon obtained the best percentage of efficiency, this being 99.91%, in the adsorption of total petroleum hydrocarbons (TPH) in the samples worked, in the case of activated carbon with chicken feathers, the amount of 18g of activated carbon obtained the best percentage of efficiency, this being 94.66%, in the adsorption of total petroleum hydrocarbons (TPH) in the samples worked, based on all this it is concluded that the employment of activated carbon obtained from natural biopolymers is efficient in the adsorption of petroleum in seawater at the laboratory level, since favorable results were obtained in the present investigation.

**Keywords:** activated carbon, natural biopolymers, oil, seawater

## **I. INTRODUCCIÓN**

Hoy en día, el petróleo y sus derivados son considerados la fuente de energía más importante a nivel mundial, debido que son empleados en la elaboración de múltiples productos, originándose por un proceso físico-químico en el interior de la tierra, el cual va descomponiendo las materias orgánicas formadas por fitoplancton y el zooplancton marino por la presión y altas temperaturas a través del tiempo.

Por otro lado, aproximadamente el 0.2 % de producción de petróleo anual, acaba vertido en el mar originando graves daños en el ecosistema marino, aunque esta cifra no pueda resultar significativa, debemos tomar en cuenta, que según la National Academy of Sciences de los EEUU son casi 3 millones de toneladas las que acaban contaminando el mar cada año.

Cabe mencionar, que los lugares donde se utiliza el petróleo son la mayoría de casos, puntos muy alejados al lugar de su extracción, por lo que es necesario transportarlos, y ello provoca en algunas ocasiones accidentes, como es el caso de la explosión de la nave petrolera “BAP Supe” en Tumbes – Perú mientras transportaba crudo entre Tumbes y la refinería Petroperú en Talara, en otras ocasiones son fallas en el punto de extracción lo que origina los derrames, como es el caso del “DeepWater Horizon” una torre petrolífera que está ubicada en el Golfo de México y que fue escenario del mayor desastre de derrame de petróleo en la historia en donde aproximadamente unos 944 km de costa fueron afectados por la marea negra.

Existen algunos sistemas de limpiezas de vertidos que se han empleado para controlar los derrames de petróleo como son la incineración, dispersantes, biodegradación, contención y recogida entre otros.

La presente investigación es realizada con fines de determinar la eficiencia del uso de dos tipos de carbón activado a partir de biopolímeros naturales, para poder determinar cuál de las dos tecnologías genera una mayor adsorción de petróleo a fin de reducir la contaminación de agua de mar sin usar sustancias que contaminen el medio ambiente. Para esta investigación se usó la metodología de prueba de jarras para garantizar un mejor control de calidad al evaluar los tipos de carbón activado, cabe mencionar que esta investigación fue realizada a nivel laboratorio y es de tipo experimental

### **1.1. Realidad problemática**

En la actualidad, el petróleo y sus derivados, son una de las fuentes más importantes de generación de energía y materias primas, las cuales son esenciales para la elaboración de compuestos químicos. De igual manera, según la Agencia Internacional de Energía (2017), se estima que la producción de petróleo a nivel mundial asciende a 97.6 millones de barriles diario. Por tal motivo, el impacto ambiental que generan los derrames de petróleo y sus derivados, en los diversos cuerpos de agua, son de gran relevancia ya que traen consecuencias irreversibles en el medio ambiente y sus componentes: biótico y abiótico.

La contaminación por derrames de petróleo y sus derivados, puede ser percibido como pequeñas manchas de aceites en el agua, las cuales provienen de las embarcaciones, así como de los residuos de productos combustibles transportados, situándose cerca a los muelles y causando estragos durante varios años. De igual manera, las manchas de petróleo también pueden detectarse en los cuerpos de agua superficiales o subterráneos, los cuales se sitúan cerca de Refinerías de petróleo o bombas de servicio. Cabe resaltar, que producto del transporte de combustibles, ocurren derrames de petróleo a mar abierto, tal como lo señala Núñez (2017), donde indica que, en el Estado de Trinidad y Tobago, se reportó un derrame de 300 barriles de petróleo, a causa de las operaciones de la refinería Pointe a Pierre, el cual se vertió en el río Guaracara y de allí se expandió hasta el Golfo de Paria. Cabe indicar que, desde ese instante, el petróleo derramado se fue esparciendo por las corrientes, hasta llegar a las costas de Venezuela, siendo Sucre el principal lugar afectado, debido a que el derrame de petróleo sucedido provocó efectos a largo plazo sobre las zonas naturales, destacándose la degradación de ecosistemas costeros, como manglares, arrecifes coralinos, plantas marinas, entre otros.

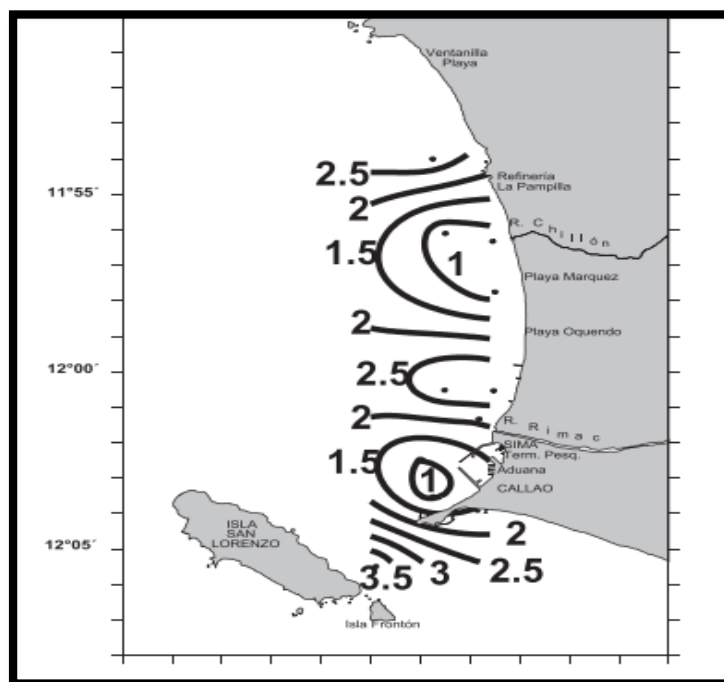
Como se puede evidenciar la contaminación por petróleo y sus productos obtenidos, son una problemática a nivel internacional, debido a los efectos que se suscitan en los ecosistemas y biodiversidad de los cuerpos de agua cercanos al punto de contaminación. Cabe resaltar, que el Perú no es ajeno a esta problemática, ya que existe una gran demanda por el uso de combustibles líquidos, lo que ha contribuido en la inversión de proyectos para la exploración y explotación de nuevas reservas de petróleo. Sin embargo, una inadecuada gestión en las operaciones de los mismos,



pueden provocar impactos significativos en los cuerpos de agua receptores, tal como lo mencionó OEFA (2017), el cual informó que en el departamento de Loreto se suscitaron dos (02) derrames de petróleo crudo , exactamente a la altura del Kilómetro 50 del Tramo I del Oleoducto Norperuano (ONP), donde las fugas de petróleo crudo fueron contenidas en el canal de flotación del oleoducto, detallándose que los cortes fueron de 8 y 6 centímetros.

De igual manera, nuestra capital, no es ajena a esta problemática, donde se identificó como sector crítico de contaminación por hidrocarburos, la zona norte de la bahía del Callao, donde se encuentran las playas de Ventanilla, de manera específica se encontró una mayor concentración de hidrocarburos, de 2,5 mg/l , en la Playa Caveró, debido a que cerca de ella se encuentra la refinería La Pampilla, la cual no está cumpliendo de manera responsable con el plan de contingencia correspondiente, en caso de derrame de petróleo, ocasionando impactos negativos que perjudican a la actividad pesquera, ocasionado la asfixia de peces, por el petróleo derramado que obstruye el paso del oxígeno y luz, y les causa la muerte. No obstante, se registró, con anterioridad, un derrame de petróleo en la playa Caveró, donde fueron afectados aproximadamente dos kilómetros del litoral de la bahía chalaca. Asimismo, La Capitanía del Puerto del Callao mencionó que la empresa Repsol, fue la que desencadenó la descarga de petróleo a causa del rompimiento de una tubería. (Cabello y Jacinto, 2008).

Por ello, mediante la siguiente figura, se muestra la distribución espacial de los contaminantes por hidrocarburos, donde se describe en un grupo de isolíneas la mayor concentración de hidrocarburos 2,5mg/l, frente a la refinería en Ventanilla, sector que se encuentra dentro de la playa Caveró.



**Figura 1.** Ubicación de las áreas marino costeras contaminadas por hidrocarburos de petróleo

**Fuente:** Cabello, R y Jacinto, M (2008)

Lo cual describe una concentración que sobrepasa los E.C.A establecidos para los cuerpos de agua marino, pertenecientes a la Categoría 4 que es de 0,5 mg/l. (ANA, 2015)

Frente a la problemática expuesta en los párrafos precedentes, el procedimiento que se va a realizar es la toma de muestra de agua de mar, la cual se contaminará con petróleo en el laboratorio, simulando de esta manera presentar una muestra de derrame de petróleo, donde se utilizará diferentes concentraciones de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales para medir su eficiencia en la adsorción del contaminante descrito.

## **1.2. Trabajos Previos**

### **1.2.1. A nivel Internacional**

**RINCONES ET AL. (2015)** en su investigación realizada sobre “Adsorción de hidrocarburos de petróleo en agua mediante una columna empacada con bagazo de caña de azúcar” establece el objetivo general de determinar la capacidad de adsorción del biopolímero natural orgánico utilizado, el cual fue el bagazo de la caña de azúcar. Para alcanzar este objetivo elabora el diseño de un sistema de lecho fijo donde se

analizó el efecto inicial del contaminante, la altura del lecho sobre la capacidad de adsorción, así como el caudal de alimentación y el tiempo de operación de la columna. Así mismo, el autor empleó la investigación cuantitativa y un diseño de investigación experimental, de tipo experimental puro, con un alcance explicativo. Finalmente, concluyó logrando obtener óptimos resultados con respecto a la eficiencia de remoción de los hidrocarburos analizados, los cuales superaron el porcentaje de factibilidad con el uso de bagazo de caña de azúcar, el cual es menor al 90% obtenido una vez realizada la experimentación. Además, se obtuvo valores máximos de 574 mg de hidrocarburo/g de lecho con respecto a la capacidad de adsorción, en un tiempo de 430 min.

Esta investigación nos permite comprender la importancia de emplear subproductos de residuos para poder tratar aguas residuales con hidrocarburos, y de esta manera generar menos costos debido a su gran disponibilidad y a que son biodegradables.

**ACOSTA ET AL. (2012)**, en su investigación realizada sobre “Estudio y selección de bacterias aerobias degradadoras de hidrocarburos del petróleo aisladas de la Costa de Cuba” establece como objetivo general determinar la capacidad de aislamiento de bacterias marinas aerobias como posibles degradadoras de hidrocarburos, para la descontaminación de mares y costas. Para alcanzar este objetivo, empleó el medio Bushnell- Haas con petróleo crudo ligero y como fuente de carbono, optó por emplear agua de mar, petróleo crudo y extracto de levadura, donde se obtuvieron 33 cepas bacterianas, de los cuales solo se seleccionaron tres, debido a que degradaban los hidrocarburos en un tiempo menor, de manera exacta en una semana. Así mismo, el autor empleó la investigación cuantitativa y un diseño de investigación experimental, del tipo experimental puro, con un alcance explicativo. Finalmente, concluyó que las tres cepas seleccionadas removieron más del 60% de los hidrocarburos totales de petróleo, por el cual mediante ello se demostró que estos microorganismos tienen óptimas condiciones de biodegradabilidad con respecto a la limpieza de las costas marinas.

**VARGAS ET AL. (2004)** en su investigación realizada sobre “Hidrocarburos de petróleo, disueltos y dispersos, en cuatro ambientes costeros de Costa Rica” establece como objetivo general describir y evaluar el grado de contaminación por petróleo en la Zona costera y en las playas de Costa Rica. Para alcanzar este objetivo se tomaron muestras en siete sitios a lo largo del Estero de Puntaneras, en el año 2002, debido a que cerca de estos puntos de muestreo se sitúan muelles pequeños y se concentran una

gran cantidad de embarcaciones comerciales y privadas. Así mismo, el autor empleó la investigación cuantitativa y un diseño de investigación experimental, con alcance explicativo. Finalmente concluyó que las concentraciones de petróleo disueltos no sobrepasaron los límites permitidos referidos a derivados del criseno, por el cual resultó ser un valor aceptado para áreas marinas contaminadas. De igual manera, los resultados obtenidos reflejaron una situación de contaminación moderada, en los cuerpos de aguas costeros, por el cual se manifestó menos riesgos y peligros para la biodiversidad marina.

**RODRÍGUEZ ET AL. (2015)** En la investigación realizada sobre “Alternativas sostenibles para el tratamiento de las aguas residuales oleosas generadas en centrales eléctricas que operan con diésel” establece como objetivo general plantear alternativas de tratamiento que permitan reducir la contaminación por aguas oleosas, es decir, aguas residuales con hidrocarburos, las cuales son generadas por procesos donde se utilizó diésel, transportándose posteriormente a una cisterna, sin tratamiento alguno. Para alcanzar este objetivo se realizó la caracterización física, que permitió determinar el volumen total de las aguas residuales que se generan, las cuales están compuestas por tres fases fundamentales, como: fase diésel, fase impureza, y aguas oleosas. De igual manera, para los resultados obtenidos en la caracterización tanto física como química realizada, a la fase oleosa o hidrocarburo, se propusieron dos

alternativas de tratamiento, como la recuperación de las aguas oleosas, teniendo en cuenta los beneficios tanto económicos, ambientales y sociales que traería consigo esta acción, además, y la propuesta de un tratamiento empleando una columna rellena con bagazo de caña de azúcar para la adsorción de aguas residuales oleosas.

Así mismo el autor empleó la investigación cuantitativa y un diseño de investigación experimental, de tipo pre experimental, pre y post prueba, con alcance explicativo. Finalmente concluyó que el uso del bagazo de la caña de azúcar para la adsorción de hidrocarburos tuvo efectos beneficiosos en el tratamiento de aguas residuales oleosas, debido que se logró una eficiencia de remoción total del 95%.

**SANTA, A. (2006)** en su tesis de licenciatura “Evaluación de la contaminación por hidrocarburos aromáticos totales en aguas y sedimentos marinos en la bahía de buenaventura, sector isla Cascajal” establece el objetivo general de evaluar la contaminación por hidrocarburos aromáticos totales en el sector de la Isla Cascajal de la Bahía de Buenaventura. Para alcanzar este objetivo se basó en el análisis de los

resultados de tres muestreos que realizó en diferentes fechas, dónde comparó sus resultados obtenidos, con datos investigados por la Corporación del Valle Cauca, entre los años 2000 y 2004. De igual manera, se analizaron siete estaciones en la Isla Cascajal, donde se realizan actividades portuarias, posibles generadoras de contaminación por hidrocarburos, como el muelle pesquero Cospecol, el tráfico de lanchas el Piñal, entre otras. Así mismo, el autor empleó la investigación cuantitativa y un diseño de investigación experimental, con alcance explicativo. Finalmente concluyó que el nivel de contaminación por hidrocarburos aromáticos totales en la bahía Buenaventura, sector Isla Cascajal como un grado de contaminación baja para las aguas marinas con un promedio para las siete estaciones de 4.67 ug/L.

**SALINAS, P (2010)** en su tesis de licenciatura sobre “Producción de harina de plumas de pollo y su utilización como un adsorbente de hidrocarburos, en agua dulce” establece el objetivo general de producir harina de plumas de pollo y utilizarla como un medio adsorbente de hidrocarburos en agua dulce a nivel de laboratorio. Para alcanzar este objetivo se utilizó como adsorbente natural a las plumas de pollo, las cuales pasaron por un tratamiento previo de lavado, pasteurización, secado, molienda y tamizado para obtener la harina respectiva. De igual manera, a esta materia prima se le realizó un análisis químico y físico. Así mismo, el autor empleó la investigación cuantitativa y un diseño de investigación experimental, con alcance explicativo. Finalmente concluyó que se puede trabajar con los tres tipos de harina, es decir, sin tamizar, gruesa y fina, utilizando como cantidad el valor de 11gr por cada 25 ml de crudo que contamina 5.75 L de agua, por lo cual hace factible su uso para la biorremediación de aguas residuales con hidrocarburos.

**DOMÍNGUEZ ET AL. (2015)**, en la investigación realizada sobre “Minimización del impacto ambiental de las aguas oleosas mediante columna rellena con bagazo de caña de azúcar” establecieron como objetivo general evaluar el impacto ambiental que generan las aguas oleosas cuando son vertidas sin tratamiento alguno. Para alcanzar este objetivo se empleó como tratamiento hacer uso de una columna de lecho fijo, donde dentro de ella, se deposite como material biosorbente bagazo de caña de azúcar para poder reducir el impacto que tienen las aguas residuales oleosas en cuerpos de aguas, en caso de que suceda algún derrame. De igual manera, al bagazo de caña de azúcar se le realizó una caracterización con respecto a la evaluación de parámetros

tanto físicos como químicos. Así mismo, los autores emplearon la investigación cuantitativa y un diseño de investigación experimental, con alcance explicativo. Finalmente se concluyó que el bagazo de caña de azúcar es factible en su uso como biosorbente de hidrocarburos ya que se logró remover un porcentaje de 65% de hidrocarburos totales en el agua residual. Por ello se recomienda utilizarlo como relleno en aguas residuales.

**SANTANA ET AL. (2015)**, en la investigación realizada sobre la “Evaluación de la contaminación por hidrocarburos de la Bahía de Santiago de Cuba” establecen como objetivo general evaluar la concentración de hidrocarburos en muestras de agua extraídas en la Bahía de Santiago de Cuba, a partir de su determinación química empleando el método de gravimetría. Para alcanzar este objetivo se realizaron varios muestreos, donde se identificaron puntos estratégicos para poder extraerlas. Se determinó en un periodo de cada dos meses, de manera específica en dos etapas. De igual manera, se realizaron estudios sobre el agua de mar de la Bahía, en nueve estaciones de muestreo, donde se identificaron dos estaciones con aguas residuales de fuentes identificadas con carga contaminante. Así mismo, los autores emplearon la investigación cuantitativa y un diseño experimental, con alcance explicativo. Finalmente se concluyó que los valores de concentración de hidrocarburos que se obtuvieron en las nueve estaciones evaluadas sobrepasan lo permitido en las Normas Cubanas, por lo tanto, el nivel de contaminación de la Bahía es alta y no se está cumpliendo con las Normas de calidad de agua correspondientes.

**MARTÍNEZ, M. (2013)** en su tesis sobre “Remediación de agua contaminada con petróleo utilizando *pennisetum clandestinum* como bioadsorbente” establece como objetivo general realizar un estudio del kikuyo, como bioadsorbente vegetal para reducir la concentración de hidrocarburos, cuando se produzca un derrame de petróleo. Para alcanzar este objetivo se evaluó la capacidad de adsorción con respecto a la cantidad de petróleo contenida en el agua marina, así como el contenido en porcentaje de bioadsorbente utilizado y el tiempo de adsorción. Así mismo, el autor empleó la investigación cuantitativa y un diseño experimental, con alcance explicativo. Finalmente concluyó que el uso de kikuyo como bioadsorbente de hidrocarburos, es factible y de opción rentable cuando susciten derrames de petróleo, ya que se obtuvo un porcentaje de eficiencia del 97%. Así mismo es de gran utilidad en la Amazonia,

ya que, al ser residuos vegetales, su aplicación es de gran facilidad y como primera respuesta de acción cuando susciten eventos inesperados, como derrames de petróleo en los cuerpos marinos.

**CASTILLO, A. (2017)** en su tesis realizada sobre “Adsorbentes naturales en la mitigación del impacto adverso causado por derrames de crudo en fuentes hídricas”, presenta como principal objetivo la evaluación de la capacidad de adsorción de materiales orgánicos como el bagazo de la caña de azúcar y el *Luffa cylindrica*, conocido comúnmente como estropajo, en el tratamiento de aguas contaminadas por petróleo. Para efectuar lo mencionado en el párrafo precedente, el autor primeramente obtuvo muestras de sus adsorbentes naturales y continuamente los mismos, fueron sometidos a un pre tratamiento, de lavado, secado y tamizado. Asimismo, el autor realizó la caracterización física y química de las muestras utilizadas y determinó su capacidad de adsorción mediante ensayos estáticos y dinámicos del mismo. Por otro lado, en la presente investigación se empleó la investigación cuantitativa y un diseño experimental, con alcance explicativo. Finalmente concluyó que, en condiciones estáticas, se obtuvo un mayor grado de eficiencia (9,10 g de petróleo por gramo de luffa y 10,90 gramos de petróleo por gramo de bagazo), en comparación a la evaluación realizada en condiciones dinámicas (1,16 gramos de petróleo por gramo de luffa y 1,39 gramos de petróleo por gramo de bagazo).

**ABANTO ET AL. (2018)**, en la tesis efectuada sobre “Uso de la fibra de coco para la adsorción de diferentes muestras de hidrocarburos- agua y su relación con la salinidad y temperatura” presenta como objetivo fundamental determinar la variación e influencia de la temperatura y salinidad en las muestras de hidrocarburo con agua durante el proceso de adsorción mediante el uso de fibra de coco. En tal sentido, el autor para lograr cumplir con el objetivo mencionado, sometió al material bioadsorbente (fibra de coco) a un pre- tratamiento de lavado, secado y molienda y preparó muestras de hidrocarburo (kerosene, diésel B5 y gasolina) con agua, donde midió la capacidad de adsorción de la fibra de coco en cada una de las muestras de hidrocarburos en agua. Asimismo, empleó variables como temperatura (30, 50 y 70°C) y salinidad (300, 900, 1500 mg NaCl/litro). Por otro lado, en la presente investigación se empleó la investigación cuantitativa y un diseño experimental, con alcance explicativo. Finalmente concluyó que la más óptima capacidad de adsorción y eficiencia, se logró a una temperatura de 50°C y una salinidad de 900 mg NaCl/litro,

siendo las eficiencias de adsorción alcanzadas de 93.936%, 98.762% y 85.888% para el kerosene, diésel y gasolina respectivamente.

**CHALEN, F. (2010)** en su investigación realizada sobre “Presencia de hidrocarburos en el litoral ecuatoriano, crucero de prospección pesquera T03/10/02D” establece como objetivo general determinar la concentración de hidrocarburos en diversos puntos de monitoreo. Para alcanzar este objetivo se basó en el uso de una metodología por espectrofluorometría, lo que cual permitió evaluar la relación de la cantidad de hidrocarburos presentes en las muestras de agua. Asimismo, el autor empleó la investigación cuantitativa y un diseño experimental, con alcance explicativo. Finalmente concluyó que la mayor concentración de hidrocarburos policíclicos se dio en el Puerto Cayo, en la Costa de Manabí, donde el área fue monitoreada, y se detectaron organismos contaminados por benceno, lo que corrobora que el agua de mar, cercana al mencionado Puerto, tiene graves problemas de contaminación, lo que perjudicaría a muchos pobladores que realizan actividades de pesca, recreación y navegación.

**PUCCI ET AL. (2010)**, en el trabajo de investigación realizado sobre “Diversidad de bacterias cultivables con capacidad de degradar hidrocarburos de la playa Caleta Córdova, Argentina”, establece como objetivo general el estudio de las bacterias de agua de mar y su capacidad para degradar compuestos orgánicos presentes en los cuerpos de agua marino. Para alcanzar este objetivo se tomaron tres sitios de muestreo, donde el primero fue cerca de un puerto, posteriormente el segundo fue cerca de una playa, y el tercero cerca de una refinería de petróleo. De igual manera las bacterias fueron evaluadas, en función a su grado de composición y a su capacidad de poder contener ácidos grasos en sus membranas. Así mismo, el autor empleó la investigación cuantitativa y un diseño experimental, con alcance explicativo. Finalmente concluyó que los microorganismos estudiados tienen una gran capacidad de degradación de hidrocarburos en dos de los sitios evaluados, de manera principal los que estuvieron cercanos al puerto.

**MARTINEZ ET AL.(2013)**, en la investigación realizada sobre “Tratamiento de agua basado en la adsorción de crudo de nanopartículas polares y no polares”, presenta como objetivo demostrar la capacidad de adsorción de petróleo crudo mediante la tecnología de nanopartículas de zeolita y sílice, incluyendo residuos de refinería, cuyo propósito es incrementar la hidrofobicidad de los nanomateriales, favorecer la cinética



de adsorción, el cual tiene mayores facilidades y/o ventajas que los materiales convencionales utilizados. Asimismo, el de mejorar su capacidad de adsorción. Para cumplir con el objetivo mencionado, se utilizaron emulsiones de crudo, los cuales fueron preparados con agua destilada y crudo ligero muerto en diferentes concentraciones. De igual manera, implementaron 2 métodos y se emplearon tres (03) modelos y previamente realizaron la caracterización de muestras, el cual indica que las partículas de zeolita tienen mayor área de superficie que las partículas de sílice. Así mismo, el autor empleó la investigación cuantitativa y un diseño experimental, con alcance explicativo. Finalmente, el autor concluye que, con la aplicación de la tecnología mencionada, en una concentración de 2% y 4% con residuo de refinería, se obtiene una eficiencia del 100% de crudo removido.

**SALAZAR, E. (2012)** en su tesis de maestría, titulada “Remoción de hidrocarburos mediante biopolímeros naturales: Efecto del tamaño de partícula”, menciona como objetivo general el estudio de la retención de hidrocarburos a partir de biopolímeros naturales (plumas de pollo). Para lograr este objetivo se sometió el biopolímero a un pre tratamiento y luego se clasificó cada tipo de pluma de acuerdo a sus características. Por consiguiente, la metodología empleada, consistió en el desarrollo de cinco (05) tratamientos, con diferentes pesos respecto a la pluma utilizada, donde cada muestra se sumergió en un recipiente con hidrocarburo, dejándose flotar en un tiempo de 1 minuto y 20 segundos. Cabe resaltar, que este procedimiento se realizó cinco (05) veces para cada tipo de pluma empleada, calculándose de esa manera la capacidad de retención respecto al petróleo crudo, siendo el primer tratamiento, el más óptimo, con un resultado de 34.6g/g sorbente. De igual manera, el resultado más óptimo respecto a la capacidad de retención del diésel fue de 16.3 g/g sorbente y respecto a la gasolina fue de 12.2 g/g sorbente. Así mismo, el autor empleó la investigación cuantitativa y un diseño experimental, con alcance explicativo. Finalmente concluyó que, mediante el empleo de plumas de pollo como estímulo, se logró la remoción efectiva de hidrocarburos en el agua, debido a que su composición: vaxilo y raquis, permite una mejor adsorción, al ser cortadas en segmentos de 1cm. En adición, el tiempo de retención fue de 2min, siendo el adecuado para el estímulo empleado de adsorción de hidrocarburos, ya que se daría una respuesta inmediata ante un posible derrame ocurrido.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Carbón activado**

Según SOTO, (2017) el carbón activado es un material en polvo fino, cuya característica principal es la capacidad de absorber ciertas moléculas que se encuentren rodeando al carbón, a esta sustancia que ha sido atrapada se le denomina adsorbato, el carbón activado puede obtenerse a partir de sustancias orgánicas y sustancias inorgánicas.

##### **1.3.1.1. Tipos de carbón**

Existen dos tipos de carbón activado:

###### **➤ Carbón activado pulverizado**

LAZO, (2015) señaló que este tipo de carbón se caracteriza por tener un gran espacio superficial, en la cual los poros se encuentran bien distribuidos, comúnmente el carbón pulverizado se usa para tratar líquidos, y es removido por la filtración, internamente se produce un contacto intenso con el líquido tratado.

###### **➤ Carbón activado granulado**

LAZO, (2015) manifestó que este tipo de carbón se caracteriza por su dureza, ya que son elaborados con materiales rígidos es por ello, que poseen una elevada área superficial, lo cual le brinda el alto poder de adsorción.

##### **1.3.1.2. Propiedades adsorbentes del carbón activado**

###### **➤ Capacidad de eliminación de sustancias**

ORTIZ, (2015) la capacidad de eliminación de sustancias contaminantes que tiene un carbón activado va a depender de la superficie interna, ello está relacionado con los poros, su distribución y su tamaño, mientras sea más grande el tamaño de los poros será mayor la capacidad de eliminación de las sustancias que se desee eliminar.

###### **➤ Selectividad de retención**

ORTIZ, (2015) el carbón activado tiene una superficie apolar, es por ello que su capacidad de retención es débil cuando hablamos de sustancias polares, lo

contrario ocurre con una sustancia que tiene una superficie apolar, otro factor que interviene en la selectividad de retenciones es su estructura porosa.

#### **1.3.1.3. Procesos de activación**

##### **Existen dos formas de activar el carbón:**

El método de activación física o térmica, el cual consta de dos etapas:

**Pirolisis y activación:** La pirolisis es una etapa en la cual por aplicación térmica se logra el material carbonizado, en esta etapa el producto obtenido tiene un límite de adsorción, después de ello continua un proceso conocido como activación, en el cual el carbón es expuesto a la acción de gases que disminuyen el tiempo del proceso, tales como vapor de agua, dióxido de carbono, oxígeno, etc. (Cruz, 2013)

Este procedimiento se realiza a temperaturas que van desde los 800 hasta 1000°C, resultando un producto de estructura porosa bastante desarrollada, con altas propiedades de adsorción, que conforman el principio de su variada y extensa aplicación industrial. (Cruz, 2013)

**Activación química:** Este proceso consiste en usar un agente activante que puede ser ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ), entre otros reactivos. Cabe mencionar que existen investigaciones donde se han utilizado otras sustancias químicas como cloruro de calcio y magnesio, hidróxido de metales alcalinos, sulfuros y tiocianato de potasio. Por otro lado, la aplicación del tipo de agente activante va a depender del material usado como materia prima, la cantidad etcétera.

#### **1.3.1.4. Adsorción con carbón activo**

La adsorción es, donde los adsorbentes industriales más utilizados son las resinas sintéticas y el carbón activo. Su aplicación se centra de manera primordial en el tratamiento de aguas residuales y agua potable, su uso tiene importancia en la recuperación de metales y productos orgánicos como fenoles, pesticidas, entre otros. Este fenómeno se sitúa en la superficie de un cuerpo adsorbente, el cual permite la separación del carbón activo en dos fases, una sólida y una fluida, donde mayor será su capacidad de adsorción si mayor área superficial disponible tenga un sólido.

La elaboración del carbón activado se da a partir de materia prima carbonácea, que puede ser de origen orgánico, inorgánico o sintético. Este se caracteriza por la cantidad

de átomos que posee, los cuales están disponibles para realizar la adsorción. (Castells, 2000)

#### **1.3.1.5. Importancia y aplicaciones**

##### **A. Carbón activo obtenido de la fibra de coco**

LUNA et al. (2007) indica que el coco, como materia prima es muy abundante a nivel mundial, por ello su cáscara dura se emplea como biocombustible y para elaborar carbón activado con altas propiedades de resistencia y dureza, por encima de lo obtenido a partir del material orgánico como la madera. Asimismo, otra de las ventajas que ofrece el carbón activado obtenido a partir de desechos orgánicos, es la generación de un bajo porcentaje de cenizas, en comparación con lo obtenido a partir de materiales no orgánicos.

##### **B. Carbón activo obtenido de plumas de pollo**

SALAZAR, (2012) señala que las plumas debido a su componente principal, la queratina tiene múltiples formas de ser aprovechados, ya sea en la remoción de metales pesados, fabricación de piensos es decir alimento para animales, elaboración de biomaterial que se puede aplicar a diferentes industrias como construcción, empaquetado.

#### **1.3.2. Concepto de biopolímero**

CRUZ (2013) indica que los biopolímeros son macromoléculas, que se encuentran contenidos dentro del organismos de los seres vivos, cabe resaltar, que entre los polímeros principales se encuentran las proteínas, ácidos nucleicos, azúcares entre otros.

##### **1.3.2.1. Tipos de biopolímeros**

###### **➤ Biopolímeros naturales**

CRUZ (2013) señala que los biopolímeros se hallan de manera natural, dentro del organismo del ser vivo; un ejemplo de ello, son el colágeno, la queratina, celulosa, lignina y celulosa, siendo éste último, el más abundante, cristalino e insoluble. De igual manera, en segundo lugar, se encuentra la quitina, el cual es un polímero que podemos encontrar en el esqueleto de crustáceos.

### ➤ **Biopolímeros sintéticos**

CRUZ (2013) señala que los biopolímeros necesariamente requieren ser sintetizados, pero proviene de un recurso renovable, algunos ejemplos son el ácido poliláctico, poliésteres.

### ➤ **Queratina**

VIRGINIA, (2013), señala que la queratina es una proteína que, en forma de cuerda, cumple la función de endurecimiento de la capa superficial de los tejidos en los que esté presente, en el caso de animales la encontramos en plumas de pollo, cuernos, caparazones de crustáceos, la principal característica de esta proteína es la presencia de azufre.

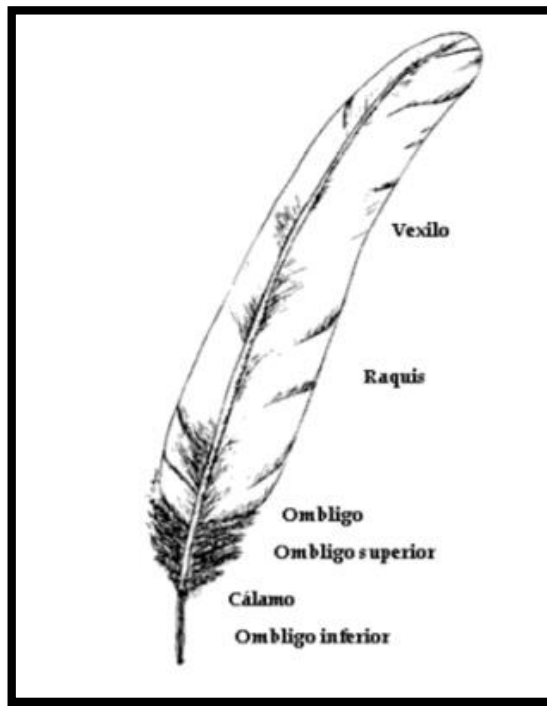
### ➤ **Celulosa**

VIRGINIA, (2013), señala que la Celulosa es un polímero lineal, no ramificado, de residuos de  $\beta$ -D- glucosa, unidos mediante enlaces  $\beta$ -1,4-glucosídicos, la celulosa es considerado un polisacárido importante para los campos biológicos y técnicos.

## **1.3.3. Materia Prima**

### **1.3.3.1. Plumas de pollo: Estructura y composición**

Las plumas, como estructura dérmica de las aves, están constituidas hasta en un 90% por queratina, mediante el cual se puede destacar que la misma proteína constituye el pelaje, escamas y uñas de otras especies. Cabe destacar, que la estructura de una pluma tiene un cierto grado de complejidad, debido a que está formado por varios elementos, tal como se puede apreciar en la Figura N°2 de la presente investigación.



**Figura 2.** Estructuras y elementos de una pluma de pollo.

**Fuente:** Cabello, R y Jacinto, M (2008)

Respecto a la figura presentada, en el cual se menciona la estructura y elementos de la pluma de pollo, se describe de la siguiente manera;

La parte central recibe el nombre de raquis, el cual se visualiza como un hueco y tiene como función ser el soporte y eje de la pluma. De igual manera, el cálamo o cañón, conforma parte inferior del raquis, la cual es más ancha y hueca que el raquis y sirve como unión entre la piel y pluma. Asimismo, el denominado “ombligo inferior”, tiene como función alimentar a la pluma mediante sustancias útiles para su crecimiento y por otro lado el “ombligo superior” conforma el inicio del cuerpo laminar de la pluma (Ramos, 2012).

De lo mencionado en el párrafo precedente, cabe señalar que esta compleja estructura queratinosa, le proporciona a la pluma sus propiedades de alta resistencia mecánica y área superficial.

#### **1.3.3.2. Aplicaciones de las queratinas de pluma de pollo.**

La fibra de pluma es muy resistente al estrés mecánico y térmico, así como altamente microcristalina. Cabe resaltar que obtiene estas propiedades, debido a la proteína que contiene, la cual es la queratina. Asimismo, investigaciones recientes, indican que las

fibras de queratina se pueden emplear para la mejora de las propiedades mecánicas de materiales como polietileno y acrílico, así como también en la fabricación de películas delgadas para empaques.

Por otro lado, las fibras de queratina se utilizan para elaborar materiales compuestos menos densos que los polímeros originales, así como para aumentar su biodegradabilidad. Cabe señalar que, dentro de sus beneficios, se encuentra el mejorar el aislamiento térmico y aumentar el área superficial de los filtros de aire. (Schmidt y Barone, 2004).

### **1.3.3.3. Fibra de coco: Caracterización**

El biopolímero fibra de coco es un material lignocelulósico, que a causa de su alto contenido de lignina presenta propiedades de alta resistencia y durabilidad, en comparación con otras fibras naturales. Su amplia disponibilidad y bajo costo, hacen de esta fibra natural, una valiosa materia prima para la fabricación de nanomateriales biodegradables. Cabe destacar, que las ventajas de utilizar esta fibra natural radican en su naturaleza renovable, beneficiosas propiedades mecánicas y bajo costo en comparación con nanofibras sintéticas. que sus beneficiosas propiedades mecánicas, su naturaleza renovable, y bajo costo, (Luna, 2007)

#### **➤ Proceso de obtención del carbón activo con cáscara de coco**

El proceso de obtención de carbón activado a partir del uso de fibra de coco, es el siguiente;

- Secado de la cáscara de coco. - Se realiza de manera manual, es decir con exposición al sol. (Luna, 2007)
- Molienda del producto seco. - Se llevará a cabo en un molino, el cual debe contar con el medio necesario para poder moler la cáscara de coco seca de manera eficiente, con la granulometría establecida. (Luna, 2007)
- Tratamiento térmico del material (Carbonizado y activación). - La cáscara de coco previamente molida, será llevada a un horno especial rotatorio para su carbonización. Por otro lado, el proceso de activación tiene como fin establecer en la superficie del carbón muchos poros que van a atraer a las moléculas de diferentes sustancias, donde para ello se usará una activación del tipo física, adicionando vapor de agua. (Luna, 2007)

- Para elaborar carbón activado a partir de cáscara de coco, es preferible utilizar el tipo de activación física con vapor de agua, porque resulta ser un proceso que genera menos gastos económicos, además de ser menos corrosivo, y a comparación de la activación química resulta ser menos complicada por trabajar con temperaturas inferiores. Por ello es más conveniente utilizarla, por ser más económica y tener un menor impacto en el medio ambiente. (Luna, 2007)
- Enfriamiento y secado de los materiales tratados. – El proceso de enfriamiento se llevará a cabo al final del proceso de carbonización, es decir cuando se retire del horno el material terminado, el cual su ejecución tiene como objetivo reducir la temperatura producida en el tratamiento térmico del material, de manera específica en la salida del horno. (Luna, 2007)

➤ **Proceso de obtención del carbón activo a partir de desechos queratinosos de pollo**

Según SALAZAR (2012), para obtener carbón activado a partir de las plumas de pollo, se procede a realizar los siguientes procesos:

- Esterilización
- Molienda
- Tratamiento nanotecnológico de las plumas de pollo

#### **1.3.4. Concepto de Petróleo**

El petróleo es una sustancia que resulta de la mezcla de productos derivados de hidrocarburos, cuyo compuesto son el carbono y el hidrógeno su característica principal es ser un líquido oscuro y viscoso, FEIJOO, (2013).

##### **1.3.4.1. Composición química**

El petróleo crudo no es considerado como un compuesto químico, sino se caracteriza por ser una mezcla compleja de hidrocarburos, como el carbono, el cual constituye entre 83-86% en masa, hidrógeno entre 10 - 14%, el azufre entre 0.05 - 6.0%, el nitrógeno entre 0.001 - 0.1% y finalmente los metales entre 0.001 - 0.1%, principalmente níquel, vanadio, sodio, calcio y cobre. FEIJOO, (2013).



#### **1.3.4.2. Características del petróleo**

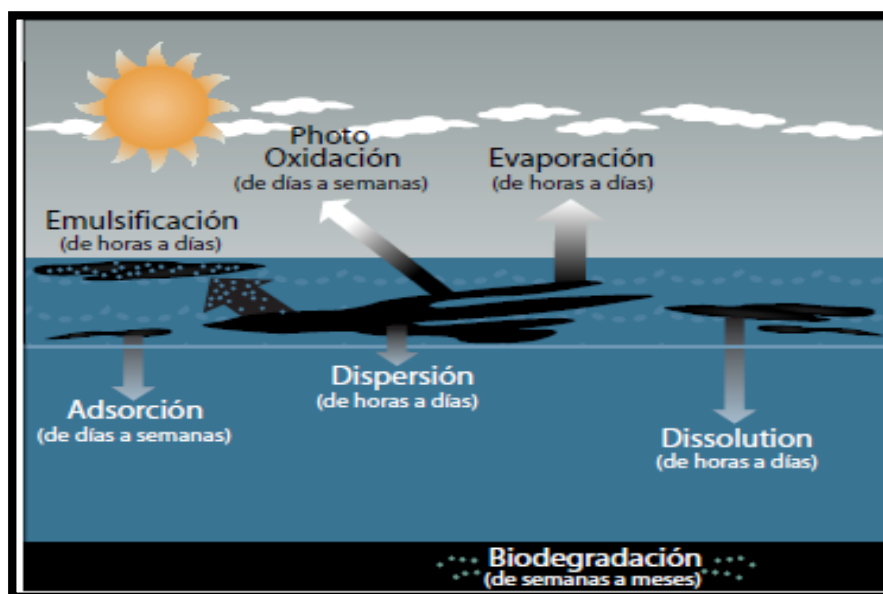
La característica del petróleo en realidad depende de la cantidad de cadenas de carbono e hidrógeno que tenga, el petróleo lo encontramos en el suelo, algunas de sus características son la densidad, el calor específico, conductividad térmica y punto de ebullición. FEIJOO, (2013).

#### **1.3.5. Agua de Mar**

##### **1.3.5.1. Proceso de contaminación de agua de mar por derrame de petróleo crudo**

Al entrar en contacto el petróleo y el agua de mar a medida que pasa el tiempo que generan cambios progresivos en las características físicas y en sus propiedades del agua de mar, este proceso es denominado intemperización, después del derrame del petróleo continúan una serie de procesos: Propagación - Evaporación - Disolución - Dispersión - Oxidación - Emulsificación - Sedimentación – Biodegradación.

La propagación es la extensión del petróleo formando una cobertura oscura que crece, ello va a depender de las condiciones meteorológicas del día, en la evaporación los compuestos más livianos del petróleo se evaporan quedando el hidrocarburo más pesado por ello se hunde, en cambio en la disolución, las fracciones de menor peso molecular se diluyen en los alrededores del derrame de petróleo y en el volumen de agua acumulada. Cabe señalar que se presentan fenómenos de oxidación a causa de la combinación del petróleo con el oxígeno atmosférico, los cuales van a contribuir en la degradación del petróleo derramado. Finalmente, el petróleo que termina acumulándose en las profundidades del mar, altera el hábitat del ecosistema presente, ocasionando una contaminación severa en el agua y muerte de especies marinas. (MARTINEZ,2013)



**Figura 3.**Proceso de envejecimiento del petróleo.

**Fuente:** Manual de Análisis de Trayectoria (2001)

#### **1.3.5.2. Método para el tratamiento de agua de mar contaminado por petróleo**

##### **➤ Técnicas de caracterización de SGS**

La técnica en mención, emplea cromatografía de gases capilar que identifica biomarcadores (pristano, fitano y otros isoprenoides) para crear una huella cromatográfica la cual es distinta a causa de determinados procesos maduratorios de degradación biogénica y termogénica. Asimismo, en combinación con el análisis de la espectrometría de masas (que mide la proporción de masa y carga), juntas, estas dos técnicas le ofrecen resultados cualitativos y cuantitativos de sus muestras. (SGS,2007)

#### **1.3.5.3. Impactos causados por los derrames de hidrocarburos en ambientes acuáticos.**

Los hidrocarburos se pueden manifestar en el ambiente, de diferentes maneras, como: subproductos que tienen su origen de actividades domésticas o industriales, así como, mediante accidentes, surgidos por emisiones de gran parte de industrias. (VARGAS, 2004).

Los derrames de hidrocarburos en ambientes acuáticos, pueden generar impactos severos dependiendo de la cantidad y características del producto derramado. Cabe resaltar, que mediante la identificación de los factores mencionados se puede

determinar el comportamiento y afectación de los hidrocarburos totales de petróleo en el medio ambiente. (Chalén, 2010)

Cabe mencionar, que, en las costas expuestas a impactos por derrames de hidrocarburos, habitan organismos muy resistentes a cambios en su entorno, como por ejemplo a fuertes vientos, lluvia, altas temperaturas y otras condiciones severas. Esta capacidad de recuperación que tienen estos organismos, provocan que los impactos sean menos significativos en los mencionados organismos.

Por otro lado, existen organismos con limitada capacidad de resistencia, lo que los hace vulnerables a los derrames de hidrocarburos. Sin embargo, en las profundidades del mar, existe un organismo de gran importancia para el sostenimiento de la vida acuática denominado “*plancton*”, el cual es la base de las redes tróficas en el medio acuático. Cabe señalar, que este organismo al estar en contacto con el petróleo derramado, lo consume, incorporándolo dentro de su organismo y por consiguiente, a las cadenas tróficas. De igual manera, a concentraciones menores de 1ppm, pueden impedir el proceso de la fotosíntesis, trayendo consigo un retardo en el crecimiento del plancton y división celular. Pero a concentraciones mayores de 1ppm, pueden provocar la muerte de especies derivadas del plancton, larvas y huevecillos de peces. (BOTELLO ET AL, 2007).

Igualmente, otra especie gravemente afectada por los derrames de hidrocarburos, son las aves marinas, siendo las causas más comunes de su muerte, las siguientes: ahogamiento, ingestión al instante de limpiarse el producto y pérdida del calor corporal a causa de la capa de hidrocarburos que se forma sobre ellas (JIMENEZ, 2011).

### **1.3.6. Indicadores del problema de investigación**

#### **➤ Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH).**

El término en mención hace referencia a un grupo extenso de compuestos químicos derivados del petróleo crudo, los cuales se constituyen principalmente de carbono e hidrógeno, y tienen por propiedades su hidrofobicidad y flamabilidad.

La gran mayoría de TPH son líquidos de color claro o incoloros, los cuales se evaporan con facilidad a comparación de otros líquidos que son espesos, de color oscuro y son complicados de evaporar. Cabe resaltar que gran parte de estos insumos, presentan un olor similar al Kerosene, gasolina o aceite. (ATSDR, 1999)

#### **➤ Propiedades de los hidrocarburos**

Para medir el grado de densidad del petróleo se usa la medida adoptada por el Instituto Americano del Petróleo (API), la cual nos indica que mientras mayor sea el índice menor será la densidad del hidrocarburo. (Canadian Centre For Energy, 2012)

$$^{\circ}API = \frac{141,5}{GE} - 131,5$$

Dónde: GE: gravedad específica

Hidrocarburo ligero, con una API menor de 31,1° (menor de 870 kg/m<sup>3</sup>)

Hidrocarburo medio o intermedio, con una API entre 22,3 y 31,1° (de 870 a 920 kg/m<sup>3</sup>)

Petróleo crudo pesado, con una API entre 22,3° y 10° (de 920 a 1000 kg/m<sup>3</sup>)

Petróleo extra pesado, con una API menor de 10,0° (más de 1000 kg/m<sup>3</sup>)

#### ➤ **Medición del nivel de hidrocarburos totales**

En la medición de la concentración de hidrocarburos en el agua se emplean métodos, los cuales se fundamentan en la aplicación instrumental especializada, como es el caso de la cromatografía de gases y la espectrofluorimetría. Cabe destacar, que la fluorescencia se presenta solo en hidrocarburos aromáticos, por el cual esta técnica es solo aplicable para determinar la concentración de hidrocarburos disueltos y dispersos en agua. Por otro lado, la técnica de cromatografía de gases es utilizada como adsorbente para separar los compuestos individuales donde los hidrocarburos son vaporizados y movidos a través de una columna por el gas de arrastre. Así mismo, también se hace uso del fluorómetro, el cual determina la concentración de hidrocarburos disueltos y dispersos mediante la medición de un extracto de ellos, de manera específica de los hidrocarburos aromáticos los cuales tienen la propiedad de fluorecer.

Este método se usa para aguas de desperdicios de refinerías y aguas aledañas a terminales de carga y descargas de oleoductos. Además, se aplica para aguas de intenso tráfico fluvial o marino. (Vives, 2003)

#### ➤ **pH**

Parámetro fisicoquímico conformado por iones hidrógeno dentro de una solución, el cual tiene un rango de medición que va desde 0 a 14. Cabe señalar, que una solución es ácida si presenta un pH menor a 7, quiere decir que mientras menor sea el valor, más ácida será la solución; caso contrario sucede si las soluciones presentan un pH

mayor a 7, el cual indica que la solución es alcalina o básica, quiere decir que mientras el valor sea mayor, la solución será más alcalina. Asimismo, el agua, considerado un disolvente a nivel mundial, posee un  $\text{pH}=7$ , el cual es idealmente preciso para indicar su neutralidad, quiere decir que no es ácida, ni alcalina. (SEOÁNEZ, 1998)

Por otro lado, es importante indicar que mediante el indicador pH, el cual es capaz de proporcionar un punto de acidez o alcalinidad en una solución, se determina la calidad de agua y de esa manera se puede establecer que uso se le podría dar.

➤ **Conductividad eléctrica:**

La conductividad electrolítica es la medida de la capacidad de una solución para conducir una corriente eléctrica y es a veces denominado "conductancia específica", su unidad de medición es el mhos es igual a un micromhos o microsiemens (como es conocido comercialmente,  $\mu\text{S}$ ). la conductividad eléctrica está relacionado a la salinidad , mientras más alto sea el valor de la conductividad eléctrica mayor presencia de sales en el muestra. (VIVES, 2003)

➤ **Oxígeno disuelto**

Es considerado una sustancia química esencial para todas las especies que habitan en el agua, del cual la cantidad de oxígeno disuelto presente en el agua, la fauna acuática la emplea para su reparación. Cabe señalar, que la fuente de oxígeno en el agua, es la disolución de oxígeno atmosférico, la cual contiene 20,95% de oxígeno por volumen de aire seco, el porcentaje de saturación de  $\text{O}_2$  del agua a una dada temperatura depende de la turbulencia, de la superficie de contacto entre aire y agua, y finalmente, de su contenido salino. (MERCEDDES, 2016).

➤ **Sólidos totales disueltos**

Los sólidos totales hacen referencia a la presencia de minerales, sales, metales, disueltos en el agua, los sólidos totales llegan a cuerpo de agua por medio de escorrentías de procedencia agrícola, la contaminación de la capa freática cuyas aguas llegan a los mares, etcétera. (Mercedes, 2016).

## **1.4. Formulación del Problema**

### **1.4.1. Problema general**

¿Cuál es la eficiencia del carbón activado obtenido de biopolímeros naturales en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio?

### **1.4.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es la capacidad de adsorción del carbón activado obtenido de biopolímeros naturales, para disminuir la concentración de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio?
- ¿Cuál es la variación que genera el uso de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales en la evaluación de parámetros químicos básicos en agua de mar a nivel laboratorio?
- ¿Cuál es la mejor concentración de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio?

## **1.5. Justificación del Estudio.**

(i) Conveniencia: La elaboración del carbón activado a partir de biopolímeros naturales como las plumas de pollo y fibra de coco permitirá la adsorción de hidrocarburos, como recurso útil en la respuesta a un vertido o derrame del mismo, en los cuerpos de agua marinos, debido a que los adsorbentes orgánicos surgen como una opción eco-amigable para la limpieza de estos contaminantes, debido a su bajo costo y fácil disponibilidad. Así mismo, favorecen en la degradación de estos contaminantes y sobre todo son sostenibles con el medio ambiente. (Maris, 2016)

(ii) Relevancia social: Se buscará beneficiar a la población que realice actividad pesquera, ya que podrán extraer sus recursos marinos de manera segura, sin riesgos a que los consumidores puedan contraer alguna enfermedad por intoxicación. Asimismo, será de gran beneficio para las personas que frecuenten las playas, ya que, mediante la limpieza de las aguas contaminadas con hidrocarburos, podrán realizar sus actividades recreativas sin mayor problema. (Galán, 2014)

(iii) Justificación económica: La implementación de esta propuesta significa un ahorro para las actividades de limpieza de costas y estuarios de difícil acceso, cuando se produce algún vertimiento de hidrocarburos o derrame de petróleo en los cuerpos de

agua marinos ya sea por parte de actividades industriales, como refinerías. Por ello el uso de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales (plumas de pollo y la fibra de coco), representa una técnica eficaz para la adsorción de hidrocarburos en aguas costeras, ya que son productos orgánicos accesibles, y pueden reutilizarse sin ningún problema, debido a que son considerados residuos indeseables y por ello no se les da un valor agregado en el medio local. Además, el uso de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales eliminaría costos de almacenamiento y disposición final que requieren otros polímeros de origen sintético. Por esta razón generan menos gastos económicos, además de ser biodegradables y una opción ambientalmente amigable ya que generan menos impactos ambientales que otras opciones de limpieza como el uso de dispersantes químicos o la incineración in situ, los cuales representan una gran desventaja debido al difícil acceso de maquinaria en las costas. Así mismo, un estudio realizado hace énfasis en que las principales ventajas de usar plumas de pollo en lugar de otros materiales orgánicos son su bajo costo, y abundancia. (Salinas, 2010)

(iv) Aporte teórico: Se sigue arriesgando por esta tecnología porque tiene gran requerimiento y accesibilidad en lugares con aguas contaminadas. En esta situación, el uso de carbón activado con biopolímeros naturales hace factible la adsorción de hidrocarburos en el mar, causados por actividades antropogénicas, con efectos irreversibles en los ecosistemas marinos. (Fife, 2016)

(v) Aporte Metodológico: El objetivo principal del presente estudio es determinar la eficiencia del uso de carbón activado a partir de biopolímeros naturales, por ello no se desarrollará ningún instrumento para la recolección de datos, más bien se utilizará instrumentos de laboratorio, los cuales se caracterizan por mantener un diseño, tales como el turbidímetro, multiparámetro, entre otros. Por tal motivo, este estudio no presentará aporte metodológico.

## **1.6. Hipótesis.**

### **1.6.1. Hipótesis General**

Hi: El uso de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales, tiene una eficiencia de 80%, en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

#### ➤ Hipótesis Específica 1

Hi: El uso de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales tiene una capacidad de adsorción de 1189mg/g, en la disminución de la concentración de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio

#### ➤ Hipótesis Específica 2.

Hi: El uso de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales, influye en la variación de parámetros químicos básicos en agua de mar a nivel laboratorio.

#### ➤ Hipótesis Específica 3.

Hi: La mejor concentración de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales es de 10gr en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio.

## **1.7. Objetivos de la Investigación**

### **1.7.1. Objetivo General**

- Determinar la eficiencia del uso de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la capacidad de adsorción del uso de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales para disminuir la concentración de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio.
- Determinar de qué manera el carbón activado obtenido de biopolímeros naturales influye en la variación de parámetros químicos básicos en agua de mar a nivel laboratorio.



- Determinar la mejor concentración de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de investigación**

El diseño que maneja esta investigación es de tipo experimental, ya que el estímulo se emplea deliberadamente en estados controlados para continuamente observar lo que se origina. Es Pre- experimental, ya que solo existe presencia del estímulo más no un grupo de control y de pre-prueba/pos-prueba con un solo grupo porque se realiza una medición antes y después de aplicar el estímulo en el grupo de tratamiento (Hernández Sampieri, 2014, pág. 129).

### **2.2. Variables, operacionalización**

En la Tabla N°1, se muestra la matriz de operacionalización de variables, de variable dependiente (presencia de hidrocarburos totales de petróleo en aguas marinas) y variable independiente (eficiencia del carbón activado con biopolímeros naturales).

**Tabla 1.** Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD
Adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio	Los hidrocarburos totales de petróleo (HTP), son compuestos químicos originados por petróleo crudo , que al vertirse en grandes cantidades en el agua, contamina ya que supera la capacidad de degradación de microorganismos presentes en el medio. (Castro, 2007). El agua de mar de la playa Cавero, es de gran importancia para los pobladores del Sector Ventanilla ya que realizan actividades de pesca y esparcimiento, pero se ve afectado por la actividad industrial de la Refinería la Pampilla, la cual altera su calidad. ( Cabello y Jacinto, 2008)	Para el caso de las propiedades fisico-químicas se empleara un multiparametro HQ40d con sonda especial para determinar pH y la sonda de temperatura, y para el caso de la determinación de hidrocarburos sera con un espectrofotómetro	Propiedades fisico-químicas del agua de mar	pH	Escala de pH (1-14)
				Conductividad eléctrica (CE)	Ms/cm
				Salinidad	%NaCl
				Sólidos Totales Disueltos (TDS)	mg/l
				Oxígeno Disuelto (OD)	mg/l
			Concentración de petróleo en agua de mar	Concentración inicial de petróleo	mg HTP/l
				Concentración final de petróleo	mg HTP/l
VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD
Eficiencia del carbón activado obtenido de biopolímeros naturales	El carbon activado es una sustancia cuyas propiedades adsorbentes lo convierten en un material de amplio uso para la descontaminación de cuerpos de aguas naturales y residuales. Asi mismo, el carbón activado obtenido a partir de material orgánico como las plumas de pollo y la cáscara de coco tiene la ventaja de tener un porcentaje de ceniza menor comparado al carbon activado obtenido a partir de material inorgánico. (Luna et al, 2007)	Para la eficiencia del uso de carbón activo se empleara principios de gravimetría, para el tiempo de retención se empleara un cronómetro, para la masa de fibra de coco y plumas de pollo se empleara una balanza analítica y para la eficiencia, principios estadísticos.	Capacidad de adsorción con biopolímeros naturales	Eficiencia de adsorción de petróleo	% de adsorción de HTP
				Tiempo de retención	minutos
			Cantidad de carbón activado obtenido con biopolímeros naturales	Masa de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales	g de carbon activado
				Eficiencia del carbón activado	mg de hidrocarburos totales de petróleo /g de carbon activado

**Fuente:** Elaboración propia

## **2.3. Población y Muestra**

### **2.3.1. Población**

En la presente investigación la población fue determinada a nivel laboratorio. Para lo cual se contaminó el agua de mar con petróleo en cantidades iguales, en el cual cada muestra de agua de mar tuvo un volumen de un (01) litro y se contaminó con 20ml de petróleo cada muestra trabajada.

### **2.3.2. Muestra**

La muestra es no probabilística, dado que esta ha sido seleccionada por criterio del investigador; por ello se tomó como muestra ocho (8) litros de agua de mar en el Área 12: Abastecimiento de combustible, Playa Chucuito, distrito del Callao.

### **2.3.3. Unidad de análisis**

Los litros de agua de mar fueron tomados en el Área 12: Abastecimiento de Combustible, Playa Chucuito, distrito del Callao, Provincia del Callao, Departamento de Lima, Perú.

### **2.3.4. Localización de la zona de toma de muestra de agua de mar**

El lugar de toma de muestra de agua de mar se ubica en el Área 12: Abastecimiento de combustible, Mar del Callao a una distancia de 9.52 km desde la zona de Muelle de barcos ubicada cerca a la Plaza Grau – Callao

**Tabla 2.** Ubicación de la toma de muestra de agua de mar

<b>Ubicación</b>	<b>Sistema de Coordenadas UTM WGS 84 / Zona 18</b>	
	<b>Este (m)</b>	<b>Norte (m)</b>
Área 12 - Zona de abastecimiento combustible	258075.2	8671256.5

**Fuente:** Elaboración propia

### Mapa de ubicación de toma de muestra de agua de mar

Antes de obtener la muestra de agua de mar el recipiente a utilizar fue desinfectado con agua destilada para evitar posibles alteraciones, ya que esta muestra será posteriormente mezclada con petróleo en laboratorio para la parte experimental de simulación de derrame.



**Figura 4.** Mapa de ubicación de toma de muestra de agua de mar

**Fuente:** Google Maps

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

**Tabla 3.** Técnicas e instrumentos de recolección de datos

ETAPAS	FUENTES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Toma de 8 litros de agua marina como muestra.	Agua marina extraída en el Mar del Callao – Área 12	Se desarrolló mediante el método de observación, considerando lo establecido en el Protocolo Nacional para el monitoreo de recursos hídricos en cuerpos de agua marino ANA	Ficha de registro de datos campo (Ver Anexo 2)	Análisis del tratamiento de agua de mar mediante la aplicación de la prueba de jarras.
Análisis Inicial de la muestra de agua de mar en el laboratorio de Química Analítica de la Universidad César Vallejo	Agua extraída en el Mar del Callao – Área 12 <b>Fuente:</b> Elaboración propia	Se realizó la medición in situ con el multiparámetro HACH HO40d	Ficha de registro de datos en campo (Ver Anexo 2)	Valores de pH, oxígeno disuelto (OD), salinidad, conductividad eléctrica (CE), sólidos totales disueltos (TDS), in situ del agua de la playa Chucuito- Callao
Obtención del carbón activo a partir de biopolímeros naturales (plumas de pollo y fibra de coco)	Avícola para obtener las plumas de pollo y Stand de venta de fruta, para obtener la cáscara de coco.	Para elaborar carbón activo a partir de cáscara de coco se procedió a emplear una activación del tipo química, utilizando como agentes activantes: ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) al 98% y ácido fosfórico (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ) al 95% de concentración.	Ficha de registro de eficiencia de carbón activado con biopolímeros naturales(ver anexo 4)	Carbón activo con biopolímeros naturales (plumas de pollo y cáscara de coco)
		Para elaborar carbón activo a partir de plumas de pollo, se procedió a emplear una activación del tipo química, en función a la metodología de obtención de carbón activado con cáscara de coco.	Ficha de registro de eficiencia de carbón activado con biopolímeros naturales (ver anexo 4)	
Uso de carbón activado a partir de desechos queratinosos de aves para la adsorción de hidrocarburos (HTP)	Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte	Prueba de Jarras para determinar el tiempo de retención adecuado	Ficha de registro de tiempo de retención ( Ver Anexo 4)	Tiempo de retención adecuado para máxima adsorción y cantidad de carbón activo con biopolímeros naturales
		Cada muestra contiene 980 ml de agua marina y 20 ml de hidrocarburos totales de petróleo (TPH)	Ficha de registro de eficiencia de carbón activado con biopolímeros naturales (ver Anexo 4)	
Análisis final de las muestras de agua de mar de la Playa Chucuito- Callao.	Laboratorio de la Universidad “Cesar Vallejo”	Para la medición de la concentración de hidrocarburos (HTP) se empleó el método SOXHLET.	Ficha de registro de la concentración inicial y final de hidrocarburos (Ver anexo 3)	Valores de la concentración final de hidrocarburos (HTP) en las muestras de agua de la playa Chucuito- Callao.
Procesamiento de datos	Excel 2013	Procedimientos para obtener la eficacia en la capacidad de adsorción	Ficha de registro de la eficiencia del carbón activo usando biopolímeros naturales (Ver Anexo 4)	Eficiencia del carbón activo con biopolímeros naturales para la adsorción de hidrocarburos en la playa Cavero- Callao

En la Tabla se muestra la ubicación de la toma de muestra de agua de mar en coordenadas UTM WGS 84 (Zona 18).

## **2.4.2. Procedimiento del desarrollo del estudio**

### **2.4.2.1. Procedimientos para la obtención de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales**

Para la obtención del carbón activado a partir de los biopolímeros naturales: plumas de pollo y fibra de coco, se consideró la metodología propuesta por Barreto (2013), aplicando una activación química. Para ello se utilizaron como agentes activantes: ácido fosfórico y ácido sulfúrico, con la finalidad de reducir la concentración de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio.

#### **A) Obtención química del carbón activado con cáscara de coco**

- Se colocaron las cáscaras de coco al sol con la finalidad de que se sequen y pierdan humedad.
- Luego se procedió a picar en trozos pequeños las cáscaras de coco.
- Se colocó en un crisol y en una capsula cierta cantidad de cáscara de coco seco para luego pesarlo.
- Se procedió a colocar la capsula y crisol con la cáscara de coco obtenida en la mufla Thermolyne con N°serie: 32225707-0082 a una temperatura de 500°C en un tiempo de 20 minutos, hasta su carbonización.
- Se retiró de la mufla ambos recipientes y con ayuda del mortero se trituró lo obtenido, hasta que queden partículas pequeñas.
- Se colocó en un crisol, la masa total de materia prima carbonizada, el cual es de 171.42 gr y se procedió a realizar la impregnación con dos agentes activantes, utilizando ácido fosfórico a una concentración del 95% y ácido sulfúrico a una concentración del 98%. Para ello, se le añadió 5ml de cada concentración de agente activante y con ayuda de una espátula se procedió a removerlo.
- Posteriormente se procedió a la carbonización del carbón obtenido de las materias primas utilizadas, en la mufla Thermolyne con N°serie: 32225707-0082 a una temperatura de 600°C en un tiempo de 35 minutos para su activación. Cabe resaltar que durante la carbonización se percibieron ciertos olores, los cuales son propios del sulfuro y fósforo.
- Luego de obtener la activación del carbón, se procedió a la molienda de este, con la ayuda de un mortero, hasta lograr la granulometría adecuada, la cual debe estar entre la malla 100 y 200 de la norma de ASTM.

- Por consiguiente, se realizó el tamizado, con el tamiz de malla N°200, ya que de acuerdo con la norma ASTM E, un carbón activado tiene que estar en el rango de malla N° 100 a N°200.

#### **B) Obtención del carbón activado a partir de plumas de pollo**

Para la obtención de carbón activado con plumas de pollo se utilizó como guía la metodología llevada a cabo para la obtención de carbón activado con cáscara de coco. Asimismo, se han realizado pruebas sucesivas para determinar la temperatura óptima de carbonización y activación del mismo.

El procedimiento para la obtención de carbón activado con plumas de pollo es el siguiente:

- Se obtuvo una cantidad considerable de plumas de pollo de la avícola “San Fernando”, para posteriormente lavarlo.
- Se colocaron las plumas de pollo al sol con la finalidad de que se sequen y pierdan humedad.
- Posteriormente se colocaron en un crisol cierta cantidad de plumas de pollo seca, para luego pesarlo.
- Se procedió a colocar en el crisol la cantidad de plumas obtenida para después llevarlo a la mufla Thermolyne con N°serie: 32225707-0082 a una temperatura de 270°C en un tiempo de 15 minutos, hasta su carbonización.
- Se retiró de la mufla el crisol, con la ayuda de una pinza, y se trituró lo obtenido con la ayuda de un mortero hasta que queden partículas pequeñas.
- Luego se procedió a realizar la impregnación con dos agentes activantes, utilizando ácido fosfórico a una concentración del 95% y ácido sulfúrico a una concentración del 98%. Para ello, se le añadió 0.05ml de cada concentración de agente activante y con ayuda de una espátula se procedió a removerlo por 1 minuto para una mejor impregnación.
- Posteriormente se procedió a la carbonización del carbón obtenido en la mufla Thermolyne con N°serie: 32225707-0082 a una temperatura de 280°C en un tiempo de 20 minutos para su activación. Cabe resaltar que durante la carbonización se percibieron ciertos olores, los cuales son propios del sulfuro y fósforo.



- Luego de obtener la activación del carbón, se procedió a la molienda de este, con la ayuda de un mortero, hasta lograr la granulometría adecuada, la cual debe estar entre la malla 100 y 200 de la norma de ASTM.
- Por consiguiente, se realizó el tamizado, con el tamiz de malla N°100, ya que de acuerdo a la norma ASTM un carbón activado tiene que estar en el rango de malla N° 100 a N°200.



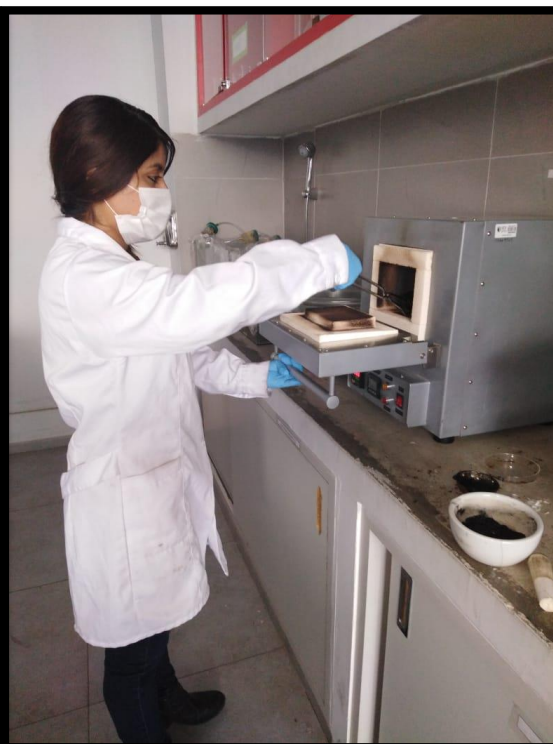
**Figura 5.** Plumas de pollo lavada y triturada

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 6.** Aplicación del agente activante

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 7.** Proceso de activación en la mufla



**Figura 8.** Obtención del carbón activado de plumas de pollo

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 9.** Molienda del carbón activado obtenido.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 10.** Carbón activado obtenido.



**Figura 11.** Tamizado del carbón activado obtenido.

**Fuente:** Elaboración propia

#### 2.4.2.2. Recolección de la muestra de agua de mar

Se tomó 20 litros de agua de mar como muestra del área 12: Abastecimiento de combustible, mar del Callao, para luego realizar una prueba de jarras en el laboratorio de la Universidad César Vallejo.



**Figura 12.** Localización de muestra de agua de mar

**Fuente:** Elaboración propia

#### 2.4.2.3. Preparación de muestra de agua de mar contaminada con petróleo a nivel laboratorio

El petróleo crudo se obtuvo de la Refinería “La Pampilla”, el cual tiene los siguientes datos y parámetros:

**Tabla 4.** Características de la muestra de petróleo obtenida de la Refinería “La Pampilla”

Lugar de Extracción	Refinería “La Pampilla”
Empresa	Repsol
Pozo	3826
Fecha de extracción	25/06/2018
Temperatura	29.8°C
Presión manométrica	10PSI

Se realizó algunos cálculos para poder obtener el volumen de petróleo que se echará en las muestras de agua de mar, siendo 20 ml el volumen de petróleo constante para

cada muestra de agua de mar trabajada, la cual fue de 1lt, y de esta manera simular un derrame de petróleo a nivel laboratorio.

Se señala que según IOGP- Asociación Internacional de Productores de Petróleo y Gas (2015), 1000 lt de petróleo pueden cubrir un área de 1km<sup>2</sup> de mar, sin embargo, se menciona que la presente extensión puede ser irregular.



**Figura 13.** Muestra de agua de mar contaminada con petróleo.

**Fuente:** Elaboración propia

#### **2.4.2.4. Determinación de la concentración de petróleo en las muestras de agua de mar preparadas en laboratorio**

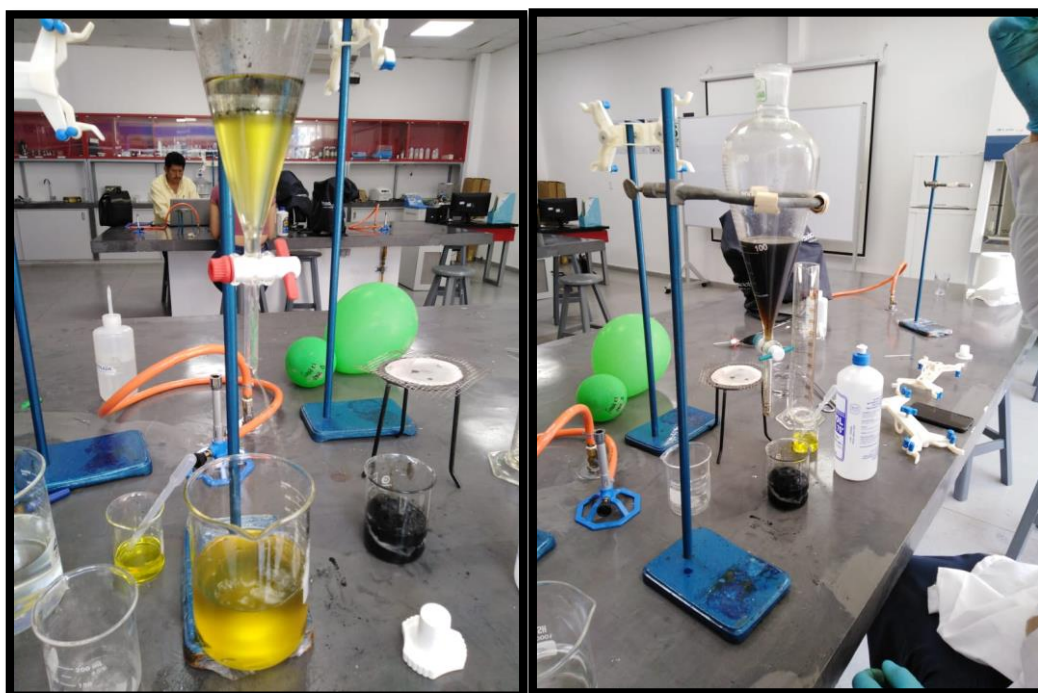
El análisis de la concentración de hidrocarburos para cada muestra de agua de mar trabajada, se hizo mediante el método Soxhlet, el cual permitió determinar la reducción de este compuesto orgánico en las muestras de agua de mar, para lo cual se utilizaron los siguientes aparatos, reactivos y materiales.



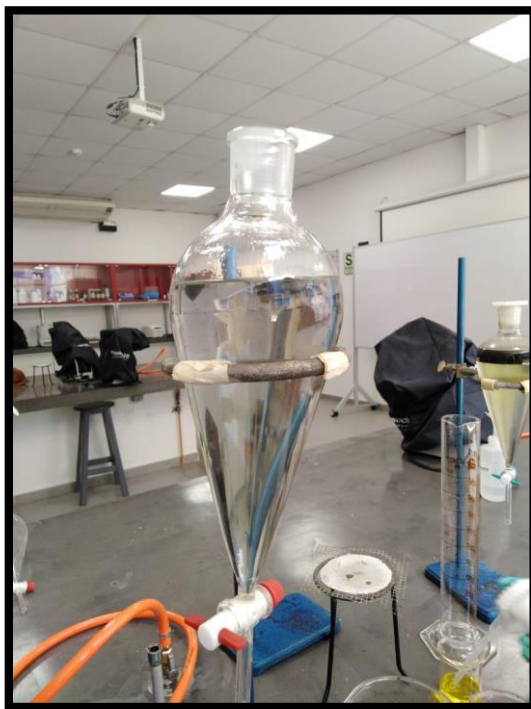
**Tabla 5.** Aparatos, reactivos y materiales para el empleo del método Soxhlet

APARATOS	REACTIVOS	MATERIALES
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Extractor Soxhlet</li> <li>❖ Bomba de vacío</li> <li>❖ Horno de secado</li> <li>❖ Cabina extractora de vapores orgánicos</li> <li>❖ Balanza Analítica</li> <li>❖ Horno de secado</li> <li>❖ Rotavapor (para la recuperación del solvente)</li> <li>❖ Desecador grande</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Ácido clorhídrico, HCl concentrado o Ácido sulfúrico, <math>H_2SO_4</math> concentrado</li> <li>❖ Hexano, <math>C_6H_{12}</math>, punto de ebullición <math>69^{\circ}C</math>, libre de residuos.</li> <li>❖ Suspensión para ayuda de filtración, tierra de diatomáceas, 10g/L. Suspender 10 g de la tierra de diatomácea en 1 L de agua destilada.</li> <li>❖ Aceite de origen vegetal o mineral.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Embudo Buchner, de 12 cm de diámetro.</li> <li>❖ Dedal de extracción de vidrio.</li> <li>❖ Papel de filtro, de 11 cm de diámetro cuantitativo (Whatman N° 40 o equivalente)</li> <li>❖ Discos de muselina</li> </ul>

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 14.** A) Proceso de adsorción de petróleo crudo mediante el método Soxhlet, B) Resultado de adsorción de petróleo crudo mediante el método Soxlet.



**Figura 15.** Resultados de la adsorción de petróleo crudo en la muestra de agua de mar mediante el método Soxhlet

#### **2.4.2.5. Tratamiento de las muestras de agua de mar con carbón activado obtenido de biopolímeros naturales**

##### **➤ Tratamiento de las muestras de agua de mar con C.A de fibra de coco**

Se realizó 3 tratamientos en el presente trabajo de investigación, en el cual se utilizaron diferentes cantidades de carbón activado de coco (5, 8 y 11 gr), previa evaluación realizada en el pre-tratamiento, en donde se pudo obtener las cantidades optimas a utilizar.

Para ello, se utilizaron tres (03) jarras (1, 2 y 3 respectivamente) con capacidad de un (01) litro, en el que se prepararon tres (03) muestras de agua de mar con un volumen de 980 ml para cada jarra, en el que se añadió a cada uno 20 ml de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), de tal manera que se realizó una contaminación en laboratorio de petróleo en agua de mar. Asimismo, las cantidades utilizadas fueron sometidas a la prueba de jarras, bajo las mismas condiciones: a una temperatura ambiente y velocidad de 250 RPM, por un tiempo de 60 minutos. Cabe resaltar, que se realizaron tres (03) repeticiones para cada tratamiento evaluado, y que, durante el transcurso del tiempo estimado, se pudo observar la reacción del estímulo en cada muestra trabajada, es decir que hubo reducción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en las muestras preparadas de agua de mar, después de aplicar el estímulo (carbón activado de coco).



**Figura 16.** Tratamiento de las muestras de agua de mar contaminada con C.A de coco mediante el uso de la Prueba de Jarras.

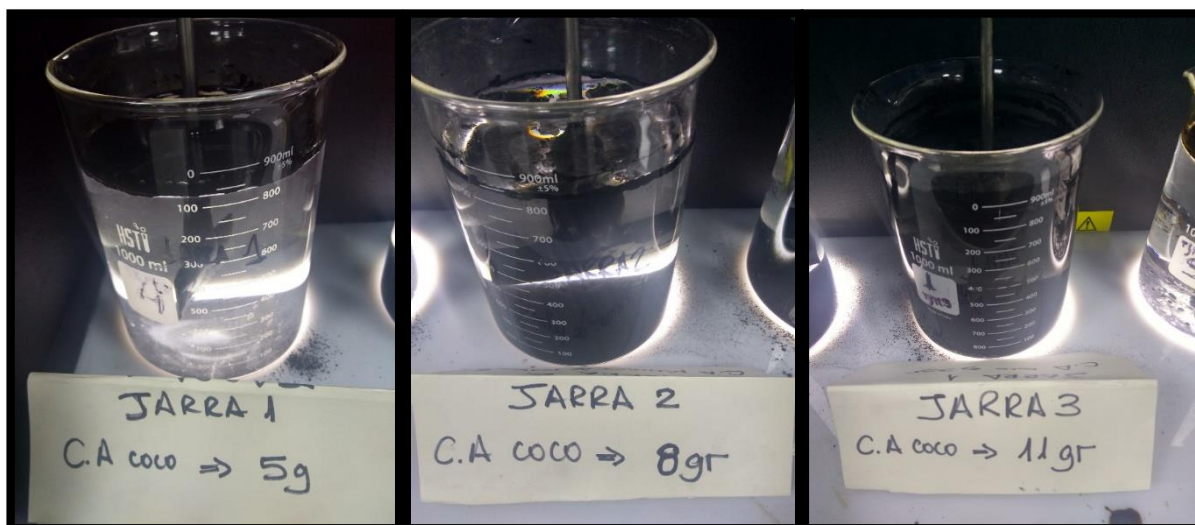
**Fuente.** Elaboración propia





**Figura 17.** Preparación de las muestras de agua de mar contaminada con 20 ml de TPH a nivel laboratorio.

**Fuente.** Elaboración propia



**Figura 18.** Tratamiento de las muestras contaminadas con (5, 8 y 11) g de C.A de coco

**Fuente.** Elaboración propia

#### ➤ **Tratamiento de las muestras de agua de mar con C.A de plumas de pollo**

Se llevó a cabo, tres (03) tratamientos en la presente investigación, en el cual se utilizaron diferentes cantidades de carbón activado de plumas de pollo (12, 15 y 18) g, que al igual que la evaluación realizada con carbón activado de coco, se llevó a cabo pre-tratamientos, mediante el cual se obtuvo cantidades optimas a utilizarse y de esta manera generar mejores resultados.

Para ello, se utilizaron tres (03) jarras (4, 5 y 6 respectivamente) con capacidad de un (01) litro, en el que se prepararon tres (03) muestras de agua de mar con un volumen de 980 ml para cada jarra, en el que se añadió a cada un 20 ml de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), de tal manera que se realizó una contaminación en laboratorio de petróleo en agua de mar. De igual manera, las cantidades utilizadas fueron sometidas a la prueba de jarras, bajo las mismas condiciones: a una temperatura ambiente y velocidad de 250 RPM, por un tiempo de 60 minutos. Cabe señalar, que se realizaron tres (03) repeticiones para cada tratamiento evaluado, y que, durante el tiempo estimado, se observó la reacción del estímulo en cada muestra trabajada, quiere decir que si hubo reducción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en las muestras preparadas en laboratorio con agua de mar, después de añadido el estímulo (carbón activado de plumas de pollo)



**Figura 19.** Tratamiento de las muestras contaminadas con (12, 15 y 18) g de C.A de plumas de pollo.

**Fuente.** Elaboración propia

### **2.4.3. Requisitos de la medición: Validez y Confiabilidad.**

#### **2.4.3.1. Validez**

En el presente estudio de investigación, se realizó la validación de los instrumentos de recolección de datos, a criterio y evaluación de tres (3) especialistas en el tema de investigación, el cual se concretó con la firma de cada especialista colegiado, siendo los instrumentos evaluados los siguientes:

**Tabla 6.** Instrumentos de validación de datos

<b>INSTRUMENTOS DE VALIDACIÓN DE DATOS</b>	<b>ANEXO</b>
Ficha de registro de datos de campo	Anexo 2
Ficha de concentración inicial y final de TPH	Anexo 3
Ficha de registro de eficiencia del carbón activado con biopolímeros naturales	Anexo 4

**Fuente:** Elaboración propia

La validación de los instrumentos de recolección de datos (fichas), se realizó mediante la evaluación de los siguientes especialistas colegiados:

**Tabla 7.** Relación de especialistas que validaron los instrumentos de recolección de datos

<b>ESPECIALISTA</b>	<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>GRADO ACADÉMICO</b>	<b>Nº COLEGIATURA</b>	<b>PROMEDIO DE VALORACIÓN (PORCENTAJE)</b>
1	Alcántara Boza, Francisco Alejandro	Doctor en Recursos Hídricos	194095	<b>88.5%</b>
2	Jave Nakayo, Jorge Alejandro	Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	43444	<b>90%</b>
3	Ordoñez Gálvez, Juan Julio	Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	89772	<b>85%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

Para el análisis estadístico de los datos, como la prueba de normalidad, se realizará con el método de Shapiro- Willks, debido a que el tamaño de muestra es menor de 30 elementos; así mismo, con respecto a la prueba de hipótesis, esta se llevará a cabo dependiendo a que si los datos tienen una distribución normal, se optará por emplear la prueba de t-student por el tamaño de muestra que posee, caso contrario, si los datos no tuvieran una distribución normal se emplearía la prueba de Wilcoxon (Quintana, Ruiz , sf).

Para todo este procesamiento se empleará el programa “SPSS statistics 24.0”, con la finalidad de poder obtener un análisis estadístico más fiable y con mayor facilidad. Por otro lado, se utilizará el programa Microsoft Excel 2013, para la elaboración de tablas y gráficos con los datos de los resultados obtenidos para luego compararlos con el Estándar de Calidad Ambiental de aguas.

## **2.6. Aspectos éticos**

La presente investigación al ser del tipo experimental demostrará la eficacia de la metodología, procedimientos, y se obtendrá resultados, los cuales estarán a disposición del público interesado en realizar algún tipo de consulta, ya que la presente investigación, servirá como antecedente o base para las futuras investigaciones.

Así mismo, debido a que la presente investigación se realizó en base a la recopilación de material bibliográfico, tomando como referencia, conocimientos existentes en la ciencia ya establecida, se respetará el derecho de autor de las fuentes consultadas, debidamente citadas.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Caracterización del agua de mar

**Análisis Inicial.** –Se realizó el análisis de agua de mar en el laboratorio de la Universidad César Vallejo (Figura N°...), en el cual se tomó 1 litro como muestra inicial, para el análisis de los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, salinidad, solidos totales disueltos. A continuación, se presenta en la tabla N°6, los resultados de los parámetros analizados de agua de mar.

**Tabla 8.** Resultados de los parámetros analizados en laboratorio de la muestra de agua de mar-Callao

Parámetro Evaluado	Unidad	Resultado	Equipo de medición
pH	Unidad de pH	7.88	Multiparámetro HACH HQ40d
Conductividad Eléctrica	uS/cm	51.9 uS/cm	
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.24 ppm	
Salinidad	% NaCl	101.6 % Na Cl	
Solidos totales disueltos	mg/l	27.8 mg/l	

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 20.** Evaluación de parámetros fisicoquímicos en la muestra de agua de mar.

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.2. Pre-Tratamiento con diferentes cantidades de carbón activado de coco**

Se realizaron (02) pre-tratamientos con diferentes cantidades de carbón activado de coco, cuyo propósito fue encontrar la cantidad optima de carbón activado a utilizarse para la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), en las muestras de agua de mar preparadas en laboratorio. Para ello se procedió a realizar lo siguiente:

#### **➤ Pre-Tratamiento N°1**

Para realizar el primer pre-tratamiento, se utilizaron tres (03) jarras ( 1, 2 y 3 respectivamente) con capacidad de un (01) litro, en el que se prepararon tres (03) muestras de agua de mar con un volumen de 980 ml para cada jarra, en el que se añadió a cada una, 20 ml de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) , de tal manera que se realizó una contaminación en laboratorio de petróleo en agua de mar, siendo el propósito de la experimentación, encontrar la cantidad optima de C.A que pueda adsorber la contaminación de agua de mar por petróleo (TPH) a nivel laboratorio.

Para ello, en cada muestra preparada en laboratorio, se añadió distintas cantidades de carbón activado de coco (**3, 6, 9 gramos**), las cuales fueron sometidas a la prueba de jarras, bajo las mismas condiciones: a temperatura ambiente, a una velocidad de 250 PM, por un tiempo de 60 minutos. Cabe resaltar, que, durante el transcurso del tiempo estimado, se pudo observar la reacción del estímulo en cada muestra trabajada, en el cual se pudo describir lo siguiente:

**Tabla 9.** Análisis de Pre-Tratamiento N°1 con diferentes cantidades de C.A de coco

N° de Jarra	Volumen de agua de mar (mL)	Volumen de TPH Añadido (Simulación de derrame de petróleo)	Cantidad de C.A de coco añadida (g)	Observaciones
1	980	20 ml	3 g	Se observó una saturación mínima, por lo cual no presentó decantación.
2	980	20 ml	6 g	Se observó una saturación parcial de carbón activado con el TPH, pero a pesar de ello no se observó decantación en la muestra trabajada.
3	980	20 ml	9 g	Se observó decantación de carbón activado, pero aún se pudo observar trazas de petróleo en las paletas del equipo de prueba de jarras, por lo cual se esperó que decante por 24 horas.

**Fuente:** Elaboración propia

**Criterio de análisis.-** Mediante el análisis de las muestras trabajadas durante el pre-tratamiento N°1 con diferentes cantidades de carbón activado a base coco, se pudo concluir que con la cantidad empleada de 9 gramos (g), se observó una mejor adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), en la muestra trabajada, pero a pesar de ello, se observó que aún quedaban pequeñas trazas de petróleo en la superficie de la jarra, y en las paletas del equipo de prueba de jarras, es por ello que se realizó un segundo pre- tratamiento, de tal manera de encontrar la cantidad optima de adsorción de TPH.

➤ **Pre-Tratamiento N°2.-**

Para realizar el segundo pre-tratamiento, se utilizaron tres (03) jarras (1, 2 y 3 respectivamente) con capacidad de un (01) litro, en el que se prepararon tres (03) muestras de agua de mar con un volumen de 980 ml para cada jarra, en el que se añadió a cada una, 20 ml de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) , de tal manera que se realizó una contaminación en laboratorio de petróleo en agua de mar, siendo el propósito de la experimentación, encontrar la cantidad optima de C.A que pueda adsorber la contaminación de agua de mar por petróleo (TPH) a nivel laboratorio.

Para ello, en cada muestra preparada en laboratorio, a diferencia del pre-tratamiento N° 1, se añadieron otras cantidades de carbón activado de coco (**5, 8, 11 gramos**), las cuales fueron sometidas a la prueba de jarras, bajo las mismas condiciones que el primer pre-tratamiento realizado, quiere decir a una temperatura ambiente y velocidad de 250 RPM, por un tiempo de 60 minutos. Cabe resaltar, que, durante el transcurso del tiempo estimado, se pudo observar la reacción del estímulo en cada muestra trabajada, en el cual se pudo describir lo siguiente:

**Tabla 10.** Análisis de Pre-Tratamiento N°2 con diferentes cantidades de C.A de coco

N° de Jarra	Volumen de agua de mar (mL)	Volumen de TPH Añadido (Simulación de derrame de petróleo)	Masa de C.A añadida (g)	Observaciones
1	980	20 ml	<b>5 g</b>	No se observó la presencia de coagulación, ni sedimentación del carbón activado, por ello se requirió una mayor saturación.
2	980	20 ml	<b>8 g</b>	Se presentó una óptima coagulación y decantación del carbón activado. Asimismo, se observó que, en las paletas del equipo de prueba de jarras, se encontró adherido carbón activado en una mínima cantidad.
3	980	20 ml	<b>11 g</b>	Se presentó una decantación parcial, pero se observó en la parte superior de la jarra, trazas de carbón activado sin decantar, por lo cual quiere decir que se generó una sobresaturación.

**Fuente:** Elaboración propia

**Criterio de análisis.** - Mediante el análisis de las muestras trabajadas durante el pre-tratamiento N°2 con diferentes cantidades de carbón activado de coco, se pudo concluir que la cantidad óptima de carbón activado de coco a utilizarse es de 8 gramos (g), debido a que se observó la presencia de una óptima coagulación y decantación al 99% del carbón activado en la muestra trabajada, quiere decir una mejor adsorción de hidrocarburos totales de petróleo.



### **3.3. Pre-Tratamiento con diferentes cantidades de carbón activado de plumas de pollo**

#### **➤ Pre-Tratamiento N°1**

Para realizar el primer pre-tratamiento, se utilizaron tres (03) jarras ( 4, 5 y 6 respectivamente) con capacidad de un (01) litro, en el que se prepararon tres (03) muestras de agua de mar con un volumen de 980 ml para cada jarra, en el que se añadió a cada una 20 ml de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) , de tal manera que se realizó una contaminación en laboratorio de petróleo en agua de mar, siendo el propósito de la experimentación, encontrar la cantidad optima de C.A de plumas de pollo que pueda adsorber la contaminación de agua de mar por petróleo (TPH) a nivel laboratorio.

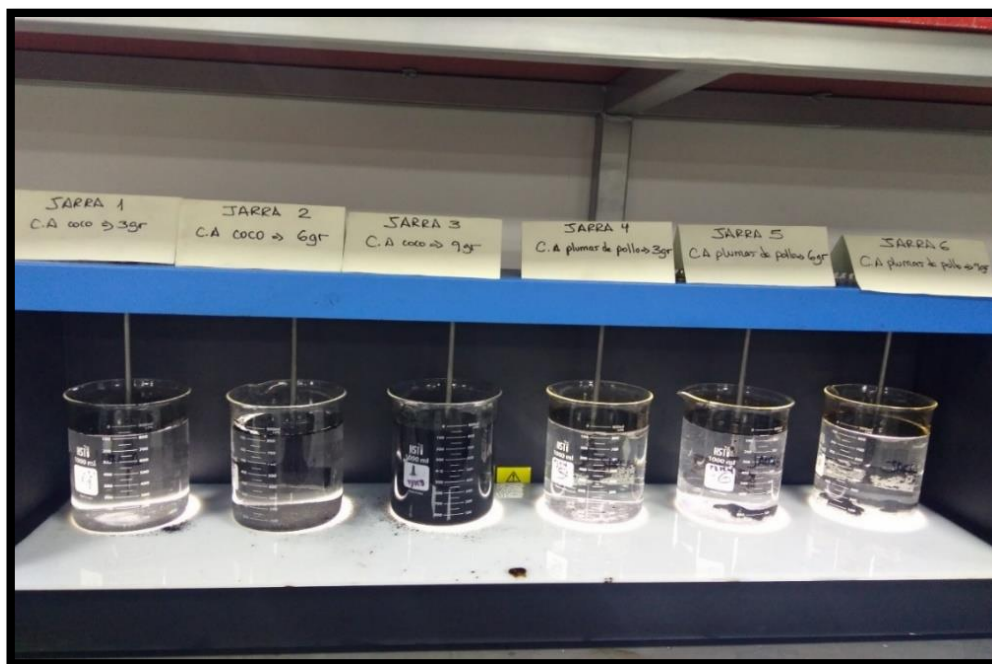
Para ello, en cada muestra preparada en laboratorio, se añadió distintas cantidades de carbón activado de plumas de pollo (**3, 6, 9 gramos**), las cuales fueron sometidas a la prueba de jarras, bajo las mismas condiciones: a temperatura ambiente, a una velocidad de 250 RPM, por un tiempo de 60 minutos. Cabe resaltar, que, durante el transcurso del tiempo estimado, se pudo observar la reacción del estímulo en cada muestra trabajada, en el cual se pudo describir lo siguiente:

**Tabla 11.** Análisis de Pre-Tratamiento N°1 con diferentes cantidades de C.A de plumas de pollo

N° de Jarra	Volumen de agua de mar (mL)	Volumen de TPH Añadido (Simulación de derrame de petróleo)	Cantidad de C.A de coco añadida (g)	Observaciones
4	980	20 ml	<b>3 g</b>	No se presentó decantación en la muestra y en la superficie se observó la presencia de TPH y cantidad de carbón activado de plumas de pollo relativamente parcial.
5	980	20 ml	<b>6 g</b>	Se generó una decantación parcial, pero todavía se observó en la parte superior de la jarra, carbón activado adherido, por ello se requirió añadir carbón activado en mayor cantidad.
6	980	20 ml	<b>9 g</b>	Se presentó decantación y formación de grumos en la parte inferior de la jarra, pero todavía se observó pequeñas trazas de petróleo en la superficie.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Criterio de análisis.-** Mediante el análisis de las muestras trabajadas durante el pre-tratamiento N°1 con diferentes cantidades de carbón activado de plumas de pollo, se pudo concluir que con la cantidad empleada de 9 gramos (g), se observó una mejor adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), en la muestra trabajada, pero a pesar de ello, se observó que aún quedaban pequeñas trazas de petróleo en la superficie de la jarra, y en las paletas del equipo de prueba de jarras, es por ello que se realizó un segundo pre- tratamiento, con la finalidad de encontrar la cantidad óptima de carbón activado con plumas de pollo para la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH).



**Figura 21.** Pre-Tratamiento N°1 con diferentes dosis de C.A de material orgánico empleado.

**Fuente:** Elaboración propia

### ➤ Pre-Tratamiento N°2.-

Respecto a la ejecución del segundo pre-tratamiento, se utilizaron tres (03) jarras (4, 5 y 6 respectivamente) con capacidad de un (01) litro, en el que se prepararon tres (03) muestras de agua de mar con un volumen de 980 ml para cada jarra, en el que se añadió a cada una, 20 ml de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) , de tal manera que se realizó una contaminación en laboratorio de petróleo en agua de mar, siendo el propósito de la experimentación, encontrar la cantidad optima de C.A de plumas de pollo que pueda adsorber la contaminación de agua de mar por petróleo (TPH) a nivel laboratorio.

Para ello, en cada muestra preparada en laboratorio, a diferencia del pre-tratamiento N° 1, se añadieron otras cantidades de carbón activado de plumas de pollo (**5, 8, 11 gramos**), las cuales fueron sometidas a la prueba de jarras, bajo las mismas condiciones que el primer pre-tratamiento realizado, quiere decir a una temperatura ambiente y velocidad de 250 RPM, por un tiempo de 60 minutos. Cabe resaltar, que, durante el transcurso del tiempo estimado, se pudo observar la reacción del estímulo en cada muestra trabajada, en el cual se pudo describir lo siguiente:

**Tabla 12.** Análisis de Pre-Tratamiento N°2 con diferentes cantidades de C.A de plumas de pollo

N° de Jarra	Volumen de agua de mar (mL)	Volumen de TPH Añadido (Simulación de derrame de petróleo)	Masa de C.A añadida (g)	Observaciones
4	980	20 ml	<b>5 g</b>	Se presentó una decantación parcial a diferencia del carbón activado de coco, pero todavía se observó trazas de carbón activado en la parte superior de la jarra.
5	980	20 ml	<b>8 g</b>	Se observó una decantación casi parcial, pero a pesar de ello, se mantuvo en la superficie una cantidad considerable de carbón activado.
6	980	20 ml	<b>11 g</b>	Se presentó una decantación parcial y en la superficie de la jarra se observó adherida, poca cantidad de carbón activado.

**Fuente:** Elaboración propia

**Criterio de análisis.-** De acuerdo al análisis de las muestras trabajadas durante el pre-tratamiento N°2 con diferentes cantidades de carbón activado de plumas de pollo, se pudo concluir que con la cantidad empleada de 11 gramos (g), se observó una mejor adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en la muestra trabajada, pero a pesar de ello, se observó que aún quedaban pequeñas trazas de petróleo en la superficie de la jarra, así como de carbón activado sin decantar, debido a ello se realizó un tercer pre- tratamiento, con la finalidad de encontrar la cantidad óptima de carbón activado con plumas de pollo para la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH).



**Figura 22.** Pre-tratamiento N°2 con diferentes dosis de C.A de material orgánico empleado.

**Fuente:** Elaboración propia

### ➤ **Pre-Tratamiento N°3.-**

Con relación a la ejecución del tercer pre-tratamiento, se utilizaron tres (03) jarras (4, 5 y 6 respectivamente) con capacidad de un (01) litro, en el que se prepararon tres (03) muestras de agua de mar con un volumen de 980 ml para cada jarra, en el que se añadió a cada una 20 ml de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) , de tal manera que se realizó una contaminación en laboratorio de petróleo en agua de mar, siendo el propósito de la experimentación, encontrar la cantidad optima de C.A de plumas de pollo que pueda adsorber la contaminación de agua de mar por petróleo (TPH) a nivel laboratorio.

Para ello, en cada muestra preparada en laboratorio, a diferencia del pre-tratamiento N° 2, se añadieron otras cantidades de carbón activado de plumas de pollo (**12, 15, 18 gramos**), las cuales fueron sometidas a la prueba de jarras, bajo las mismas condiciones que el segundo pre-tratamiento realizado, quiere decir a una temperatura ambiente y velocidad de 250 RPM, por un tiempo de 60 minutos. Cabe resaltar, que, durante el transcurso del tiempo estimado, se pudo observar la reacción del estímulo en cada muestra trabajada, en el cual se pudo describir lo siguiente:

**Tabla 13.** Análisis de Pre-Tratamiento N°3 con diferentes cantidades de C.A de plumas de pollo

N° de Jarra	Volumen de agua de mar (mL)	Volumen de TPH Añadido (Simulación de derrame de petróleo)	Masa de C.A añadida (g)	Observaciones
4	980	20 ml	12 g	Se observó la presencia de grumos en la parte inferior de la jarra, el cual sedimentó de manera parcial , pero a pesar de ello aún se observó trazas de carbón activado en la superficie de la jarra, así como de petróleo.
5	980	20 ml	15 g	Se observó una decantación parcial y formación de grumos, pero a pesar de ello, aún se mantuvo en la superficie una cantidad considerable de carbón activado en combinación con pequeñas trazas de petróleo adherida también en la superficie de la jarra.
6	980	20 ml	18 g	Se presentó una óptima decantación y sedimentación de la muestra. Cabe resaltar que aún quedó una mínima cantidad de carbón activado sin sedimentar y una película pequeña de petróleo adherida en la superficie de la jarra.

**Fuente:** Elaboración propia

**Criterio de análisis.** – Respecto al análisis de las muestras trabajadas durante el pre-tratamiento N°3 con diferentes cantidades de carbón activado de plumas de pollo, se pudo concluir que la cantidad óptima de carbón activado a utilizarse es de 18 gramos (g), debido a que presentó una óptima sedimentación y decantación en su mayoría del carbón activado en la muestra trabajada, quiere decir una mejor adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH). Por ello, debido al análisis realizado, se realizó 3 tratamientos en la presente investigación con las tres cantidades de carbón activado de plumas de pollo (12, 15 y 18 gramos) evaluadas, debido a que se observó una óptima decantación, mejor sedimentación y sobre todo se encontró la cantidad optima a utilizarse, lo que permitirá al presente estudio, tener resultados más favorables, respecto a la eficiencia en la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en agua de mar a nivel laboratorio.

### 3.4. Análisis de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) después del tratamiento

#### 3.4.1. Análisis de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), después del tratamiento con carbón activado de coco.

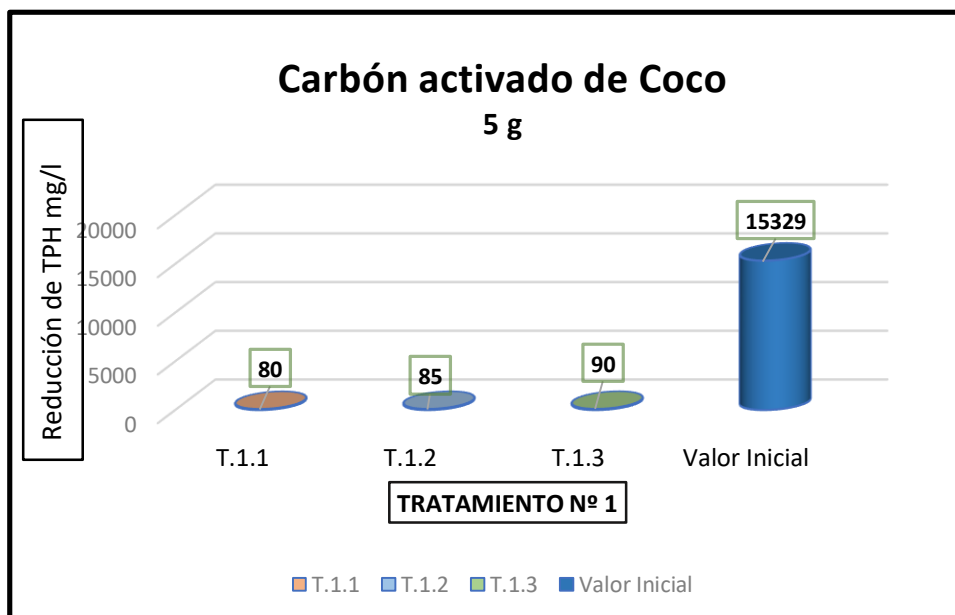
Se desarrolló tres (03) tratamientos en el presente trabajo de investigación, en el cual se utilizaron diferentes cantidades de carbón activado de coco (5, 8 y 11 gr), previa evaluación realizada en el pre-tratamiento, en donde se pudo obtener las cantidades optimas a utilizar.

##### ➤ Tratamiento N°1 (5g de C.A de coco)

En el primer tratamiento se observó que la cantidad de 5g de carbón activado de coco empleado, generó reducción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), en la muestra de agua de mar de 980 ml contaminada con 20 ml de petróleo, preparado en laboratorio. De tal manera, que los resultados obtenidos

**Fuente:** Elaboración propia

a la concentración inicial constante de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) analizado (15329 mg/l), obteniéndose una reducción de hidrocarburos totales de petróleo en 80 mg/l, 85mg/l y 90mg/l en las tres (03) repeticiones evaluadas con la cantidad de 5g de carbón activado de coco

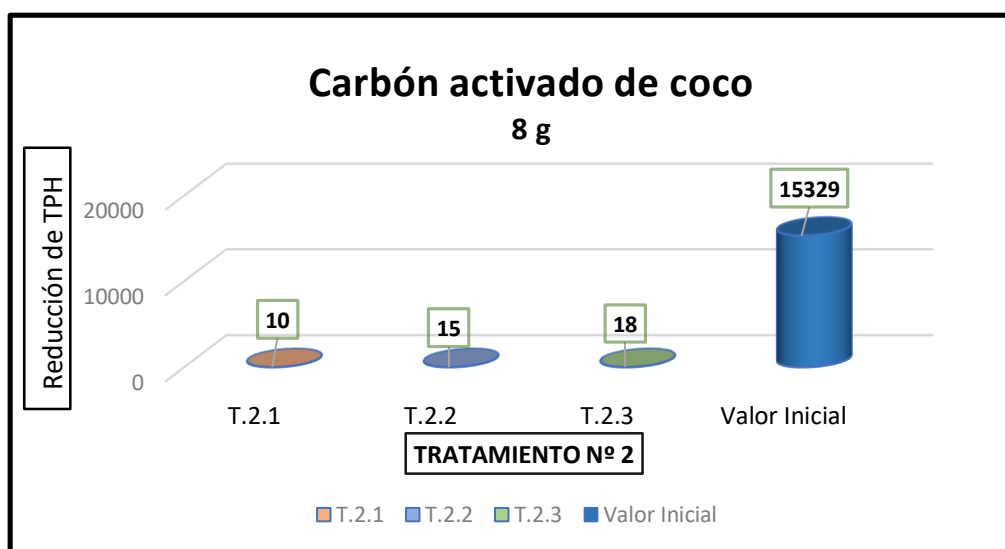


**Figura 23.** Representación gráfica del tratamiento N°1 con C.A de coco

**Fuente.** Elaboración propia

➤ **Tratamiento N°2 (8g de C.A de coco)**

En el segundo tratamiento (gráfico N°1) se observó que la cantidad de 8g de carbón activado de coco empleado, generó de igual manera reducción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), en la muestra de agua de mar de 980 ml contaminada con 20 ml de petróleo, preparada en laboratorio. De tal manera, que los resultados obtenidos en las tres (03) repeticiones realizadas con el mismo estímulo, fueron menor a la concentración inicial constante de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) analizado (15329 mg/l), obteniéndose una reducción de hidrocarburos totales de petróleo en 10 mg/l, 15mg/l y 18mg/l en las tres (03) repeticiones evaluadas con la cantidad de 8g de carbón activado de coco. Cabe resaltar, que con el uso de 8g de carbón activado de coco, se obtuvieron mejores resultados con respecto a la reducción de TPH en la muestra trabajada.



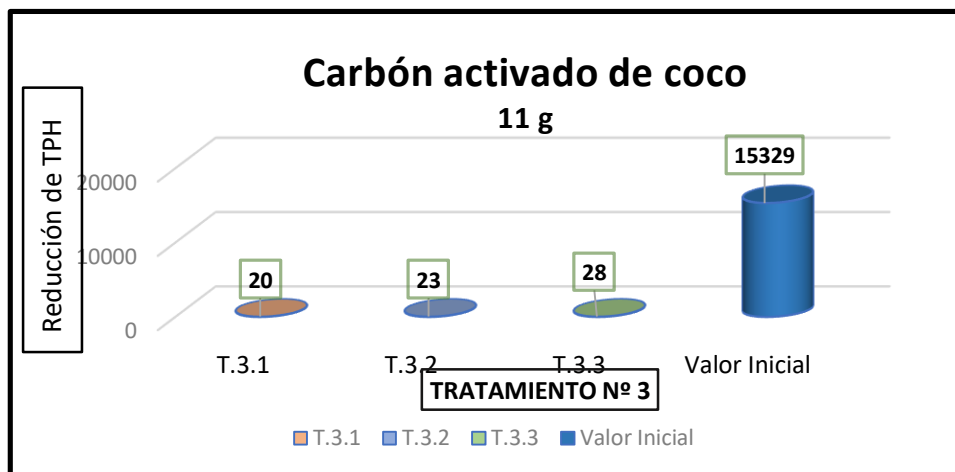
**Figura 24.** Representación gráfica del tratamiento N°2 con C.A de coco

**Fuente:** Elaboración propia

➤ **Tratamiento N°3 (11g de C.A de coco)**

En el tercer tratamiento (gráfico N°2) se apreció que con la cantidad de 11g de carbón activado de coco empleado, se redujo la concentración inicial constante (15329 mg/l) de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), por lo que se obtuvo una reducción de TPH de 20 mg/l, 23mg/l y 28mg/l en las tres (03) repeticiones realizadas.





**Figura 25.** Representación gráfica del tratamiento N°3 con C.A de coco

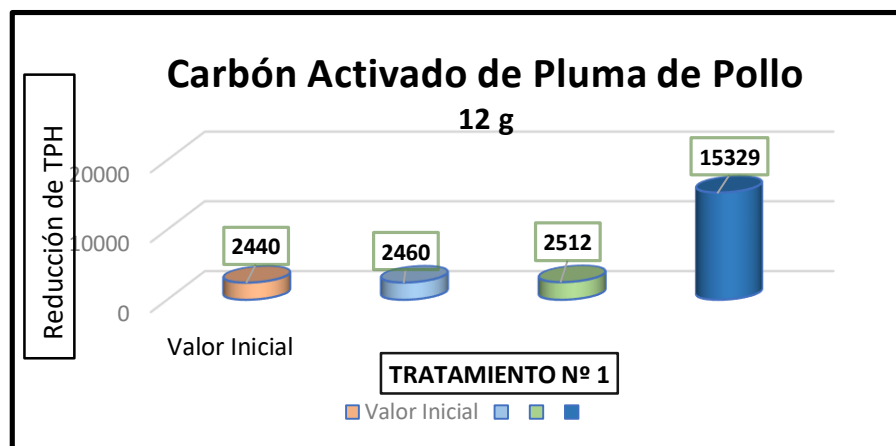
**Fuente:** Elaboración propia

### 3.4.2. Análisis de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), después del tratamiento con carbón activado de plumas de pollo.

Se realizó tres (03) tratamientos en la presente investigación, en el cual se utilizaron diferentes cantidades de carbón activado de plumas de pollo (12, 15 y 18 gr), que al igual que la evaluación realizada con carbón activado de coco, se llevó a cabo pre-tratamientos, mediante el cual se obtuvo cantidades optimas a utilizarse y de esta manera generar mejores resultados.

#### ➤ Tratamiento N°1 (12g de C.A de plumas de pollo)

Durante la ejecución del primer tratamiento (Figura N°8), se observó que la cantidad de 12gr de carbón activado de plumas de pollo, generó reducción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), en la muestra de contaminación preparada en laboratorio. Por ello, los resultados obtenidos en las tres (03) repeticiones del tratamiento con 12gr del estímulo trabajado, fueron menores a la concentración constante de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) analizado (15329 mg/l), obteniéndose una reducción de hidrocarburos totales de petróleo en 2440mg/l, 2460mg/l y 2512mg/l respectivamente.

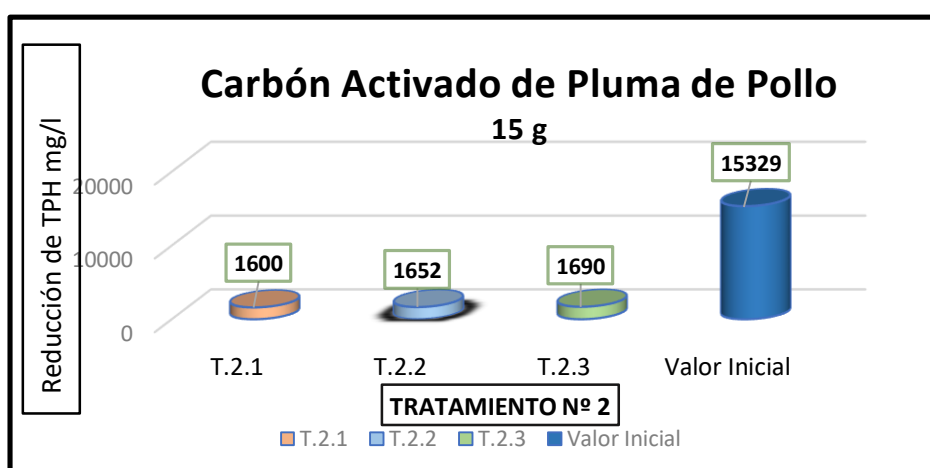


**Figura 26.** Representación gráfica del tratamiento N°1 con C.A de plumas de pollo.

**Fuente:** Elaboración propia

➤ **Tratamiento N°2 (15g de C.A de plumas de pollo)**

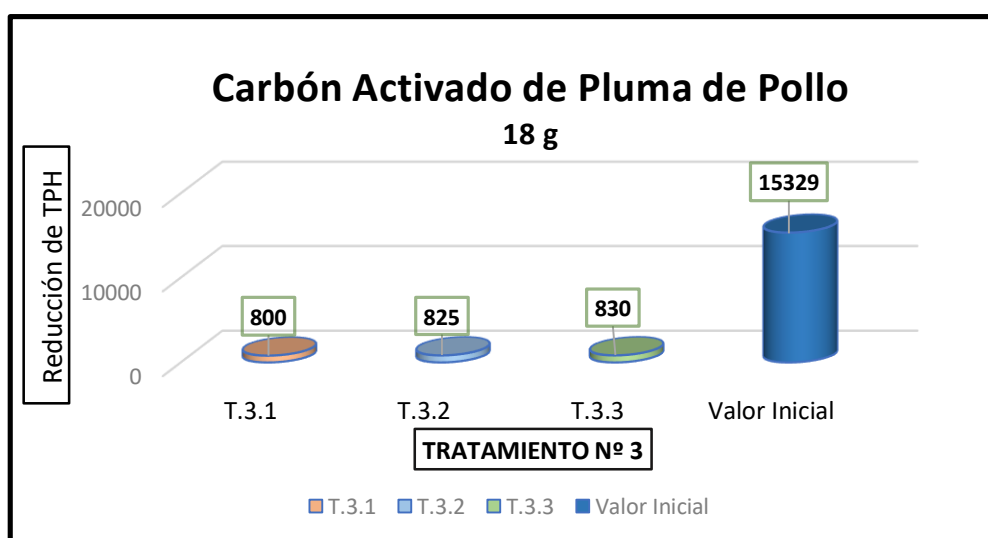
Respecto a la ejecución del segundo tratamiento (Figura N°9), se observó que la cantidad de 15gr de carbón activado de plumas de pollo, generó reducción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), en las muestras contaminadas por petróleo, preparadas en laboratorio. Por ello, los resultados obtenidos en las tres (03) repeticiones del tratamiento con 15gr del estímulo trabajado, fueron menores a la concentración constante de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) analizado (15329 mg/l), obteniéndose una reducción de hidrocarburos totales de petróleo en 1600mg/l, 1652mg/l y 1690mg/l respectivamente. Cabe destacar, que, con la cantidad trabajada en este tratamiento, los resultados fueron más óptimos a comparación del estímulo empleado en el primer tratamiento



**Figura 27.** Representación gráfica del tratamiento N°2 con C.A de plumas de pollo

➤ **Tratamiento N°3 (18g de C.A de plumas de pollo)**

Con relación al tercer tratamiento evaluado (Grafico N°5), se analizó que la cantidad de 18gr de carbón activado de plumas de pollo, generó reducción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), en las muestras contaminadas por petróleo, preparadas en laboratorio. Por tal motivo, los resultados obtenidos en las tres (03) repeticiones del tratamiento con 18gr del estímulo trabajado, fueron menores a la concentración inicial constante de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) empleado (15329 mg/l), obteniéndose una reducción de hidrocarburos totales de petróleo en 800mg/l, 825mg/l y 830mg/l respectivamente. Cabe destacar, que con respecto al estímulo empleado (18g de carbón activado de plumas de pollo) se obtuvieron mejores resultados, a comparación de los resultados obtenidos en los dos (02) primeros tratamientos trabajados.



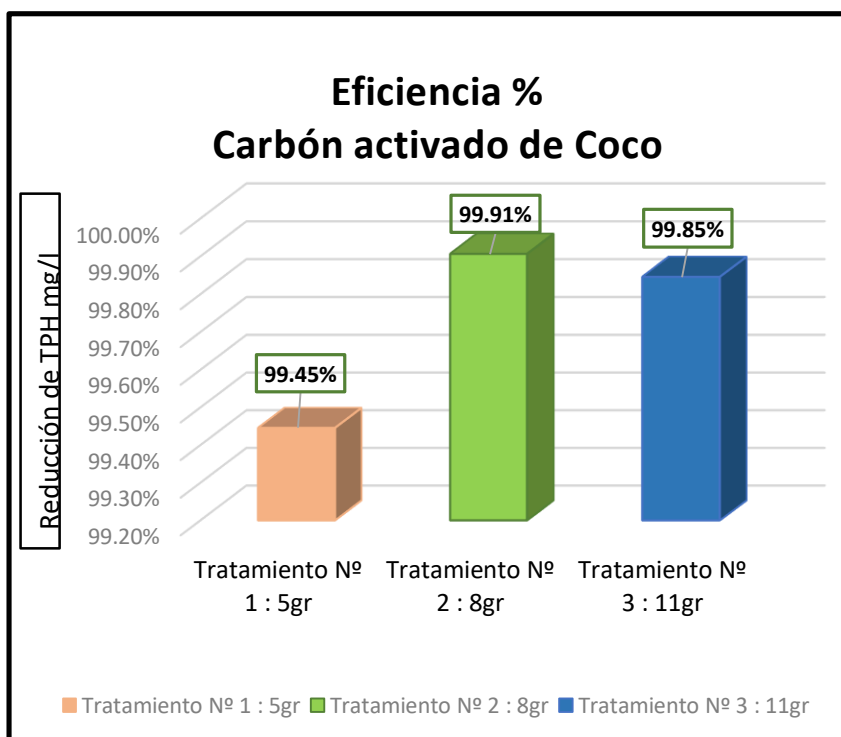
**Figura 28.** Representación gráfica del tratamiento N°3 con C.A de plumas de pollo

**Fuente.** Elaboración propia

### 3.5. Resultados de la eficiencia del carbón activado con biopolímeros naturales en la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo.

#### ➤ Eficiencia del carbón activado de coco

En el grafico N°6, se puede observar que en los tres (03) tratamientos aplicados, se utilizaron diferentes cantidades de carbón activado de coco (5g, 8g y 11g) y conforme a su desarrollo, se obtuvieron como porcentajes de eficiencias (99.45%, 99.91% y 99.85%) respectivamente. Es así, que se concluye, que con la aplicación de 8g de carbón activado de coco se obtuvo el mejor porcentaje de eficiencia, siendo este el 99.91%, en la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en las muestras trabajadas.



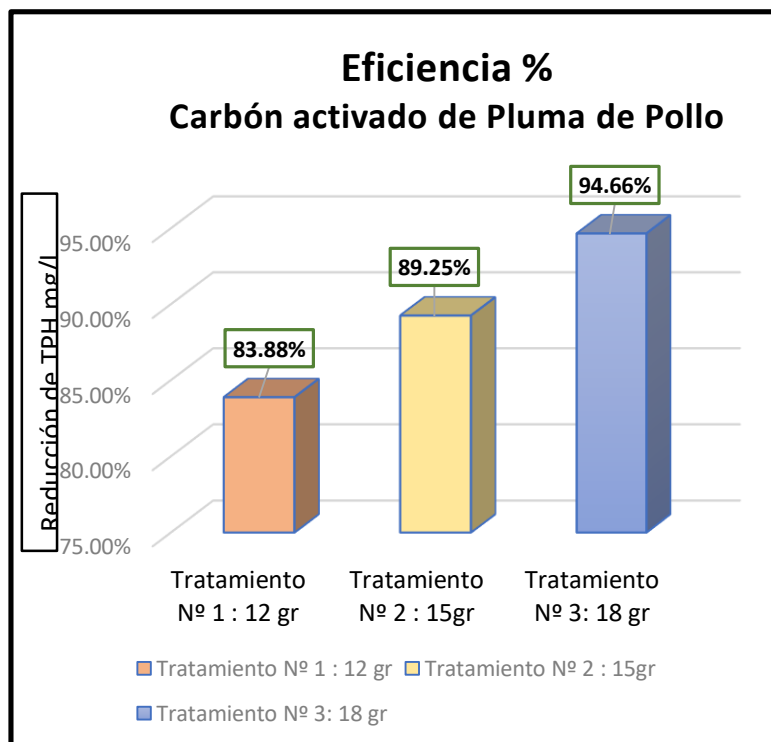
**Figura 29.** Representación gráfica de la eficiencia del tratamiento con C.A de fibra de coco.

**Fuente.** Elaboración propia

#### ➤ Eficiencia del carbón activado con plumas de pollo

En el gráfico N°7, se puede apreciar que en el desarrollo de los tres (03) tratamientos llevados a cabo, se utilizaron diferentes cantidades de carbón activado de plumas de pollo (12g, 15g y 18g) y conforme a su desarrollo, se obtuvieron como porcentaje de eficiencia (83.88%, 89.25% y 94.66%) respectivamente. Es así, que se concluye, que con la aplicación de 18g de

carbón activado de plumas de pollo se obtuvo el mejor porcentaje de eficiencia, siendo este el 94.66%, en la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en las muestras trabajadas.



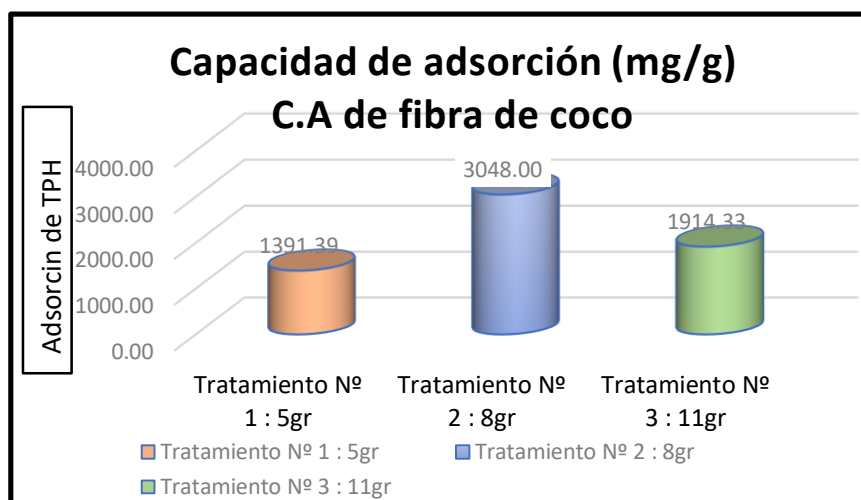
**Figura 30.** Representación gráfica de la eficiencia del tratamiento con C.A de plumas de pollo

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.6. Resultados de la capacidad de adsorción del uso de carbón activado con biopolímeros naturales

#### ➤ Capacidad de adsorción del carbón activado de fibra de coco

En la gráfica N°8, se puede observar que en los tres (03) tratamientos aplicados, se utilizaron diferentes cantidades de carbón activado de coco (5g, 8g y 11g) y conforme a su desarrollo, se obtuvieron resultados respecto a la capacidad de adsorción (1391.39, 3048 y 1914.33 mg/g) respectivamente. Es así, que se puede diferir que en el tratamiento con 8g de carbón activado de coco, se obtuvo una mayor capacidad de adsorción de 3048mg/g, a diferencia de los otros dos (02) tratamientos empleados, en la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en las muestras trabajadas.

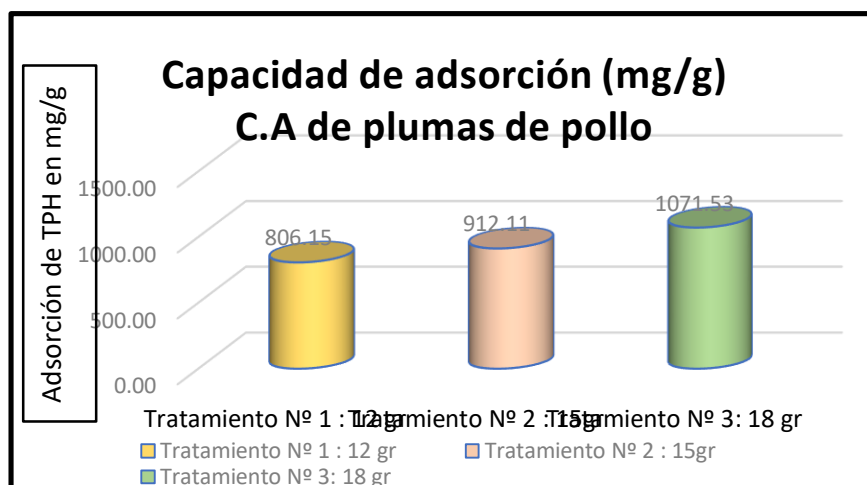


**Figura 31.** Representación gráfica de la capacidad de adsorción del C.A de fibra de coco

**Fuente:** Elaboración propia

➤ **Capacidad de adsorción del carbón activado de plumas de pollo**

En la gráfica N°9, se puede verificar que respecto a los tres (03) tratamientos empleados, se utilizaron diferentes cantidades de carbón activado de plumas de pollo (12g, 15g y 18g) y conforme a su desarrollo, se obtuvieron resultados respecto a la capacidad de adsorción (806.15, 912.11 y 1071.53 mg/g) respectivamente. Respecto a los resultados obtenidos se puede destacar que con la cantidad de 18g de carbón activado de plumas de pollo, se obtuvo una mayor capacidad de adsorción de 1071mg/g, a diferencia de los otros dos (02) tratamientos empleados, en la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en las muestras trabajadas.



**Figura 32.** Representación gráfica de la capacidad de adsorción del C.A de plumas de pollo.

### 3.7. Resultados de la evaluación de parámetros fisicoquímicos (post-tratamiento con C.A de coco)

#### 3.7.1. Resultados de pH en los tres (03) tratamientos evaluados

**Tabla 14.** Resultados de pH en los tratamientos evaluados

Variación de pH del agua tratada con C.A de coco						
Cantidad - Carbón Activado (g)	Tratamiento			Promedio	Valor Inicial	Variación %
	T.1.1	T.1.2	T.1.3			
5	7.36	7.38	7.35	7.36	6.12	20.32%
8	7.4	7.42	7.45	7.42	6.12	21.30%
11	7.92	8.02	7.89	7.94	6.12	29.79%
<b>E.C.A Categoría 4: Conservación del ambiente acuático</b>					6,8 – 8,5	

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N°14 se presentan los resultados de la evaluación del parámetro pH en los tres (03) tratamientos realizados con diferentes cantidades de carbón activado de coco (5,8 y 11 gramos), mediante el cual los resultados obtenidos se compararon con en valor inicial constante de pH=6.12, debido a que la muestra fue preparada en laboratorio. Cabe resaltar que estos resultados fueron los siguientes:

(i)Para la cantidad empleada de **5g** de C.A de coco, en la primera repetición del tratamiento, se obtuvo como resultado un pH = 7.36. Asimismo, en la segunda repetición del tratamiento se obtuvo un pH =7.38, el cual es ligeramente más básico que el anterior. De igual manera, en la tercera repetición del tratamiento se obtuvo como resultado un pH =7.35, el cual es menor a los resultados obtenidos en las dos (02) repeticiones del tratamiento evaluados anteriormente.

Mediante el cual se puede apreciar en la tabla N° 12, que la variación del pH, respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del tratamiento es equivalente a un **20.32%** de variación.

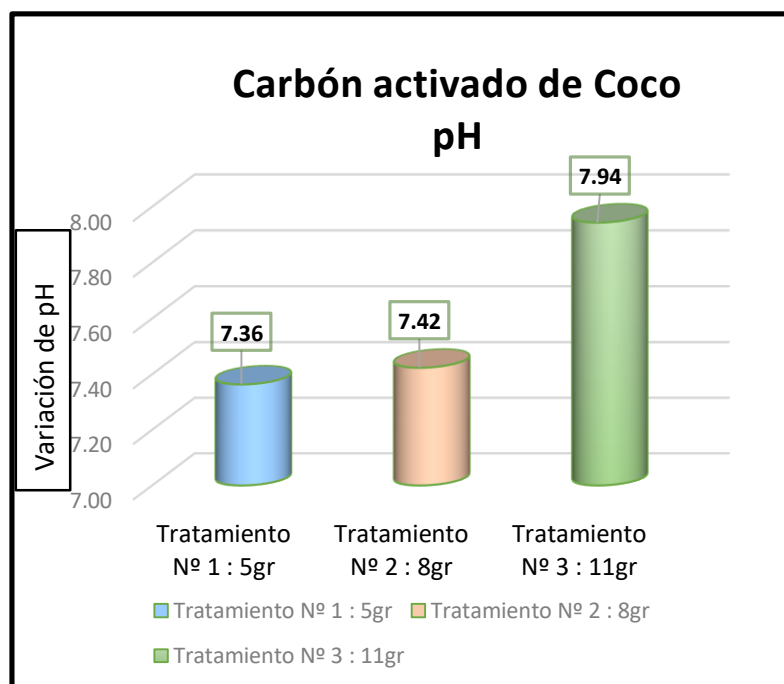
(ii)Con respecto a la cantidad empleada de **8g** de C.A de coco, en la primera repetición del tratamiento, se obtuvo como resultado un pH = 7.4. Asimismo, en la segunda repetición del tratamiento se obtuvo un pH =7.42, el cual es ligeramente más básico que el anterior. De igual manera, en la tercera repetición del tratamiento se obtuvo como resultado un pH =7.45, el cual es mayor a los resultados obtenidos en las dos (02) repeticiones del tratamiento evaluado.

Mediante el cual se puede apreciar en la tabla N°12, que la variación del pH, respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del tratamiento es equivalente al **21%** de variación.

(iii)De igual manera, conforme a la cantidad empleada de **11g** de C.A de coco, en la primera repetición del tratamiento, se obtuvo como resultado un pH = 7.92. Asimismo, en la segunda repetición del tratamiento se obtuvo un pH =8.02, el cual es ligeramente más básico que el anterior. De igual manera, en la tercera repetición del tratamiento se obtuvo como resultado un pH =7.89, el cual es menor, respecto a las dos (02) repeticiones evaluadas anteriormente.

Mediante el cual se puede apreciar en la tabla N°12, que la variación del pH, respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del tratamiento es equivalente al **29.79%** de variación.

(iv)Asimismo, se puede concluir que los resultados del pH obtenido, de los tratamientos evaluados se encuentran dentro del rango establecido en el E.C.A del agua, Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.



**Figura 33.** Resultados de PH en los tratamientos evaluados con C.A de fibra de coco

**Fuente.** Elaboración propia



### 3.7.2. Resultados de Oxígeno disuelto (mg/l) en los tres (03) tratamientos evaluados

**Tabla 15.** Resultados del Oxígeno disuelto (mg/l) de los tratamientos evaluados.

Variación del oxígeno disuelto (mg/l) del agua tratada con C.A de coco						
Cantidad - Carbón Activado (g)	Tratamiento			Promedio	Valor Inicial	Variación %
	T.1.1	T.1.2	T.1.3			
5	7.02	7.08	7.06	7.05	6.08	16.01%
8	7.73	7.7	7.78	7.74	6.08	27.25%
11	8.12	8.15	8.2	8.16	6.08	34.16%
<b>E.C.A Categoría 4: Conservación del ambiente acuático</b>					≥ 4	

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N°15, se presentan los resultados de la evaluación del parámetro oxígeno disuelto (mg/l) en los tres (03) tratamientos realizados con diferentes cantidades de carbón activado de coco (5,8 y 11gramos), mediante el cual los resultados obtenidos se compararon con en valor inicial constante de O. D= 6.08 mg/l, debido a que la muestra fue preparada en laboratorio. Cabe resaltar que estos resultados fueron los siguientes:

-Para la cantidad empleada de **5g** de C.A de coco, en la primera repetición del tratamiento, se obtuvo como resultado un O.D=7.02 mg/l. Asimismo, en la segunda repetición del tratamiento se obtuvo un O.D = 7.08 mg/l, el cual es mayor que el anterior. De igual manera, en la tercera repetición del tratamiento se obtuvo como resultado un O.D = 7.06 mg/l, el cual es menor es valor intermedio respecto a las dos (02) repeticiones del tratamiento evaluadas anteriormente.

Mediante el cual se puede apreciar en la tabla N°13, que la variación del pH, respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del tratamiento es equivalente a un **16.01%** de variación.

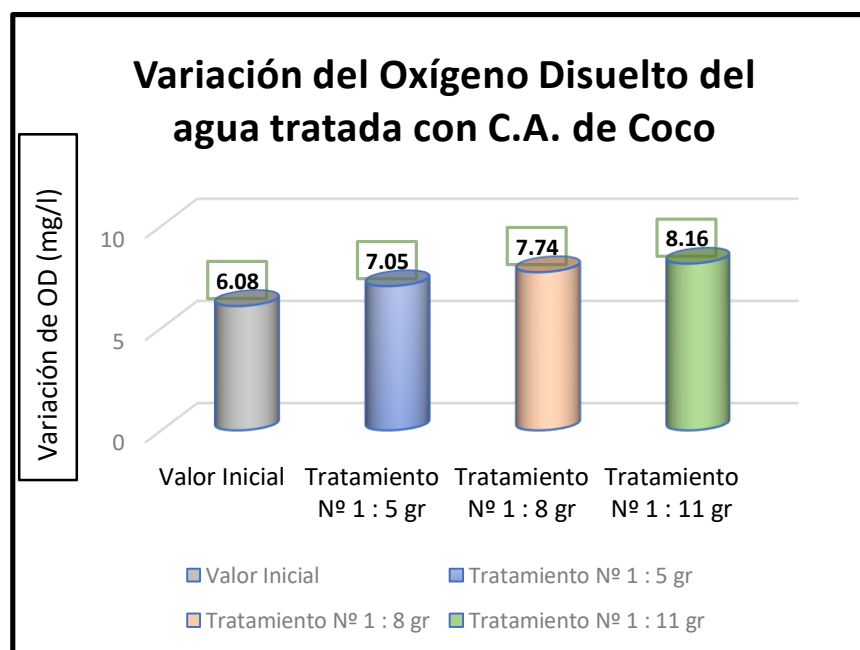
-Con respecto a la cantidad empleada de **8g** de C.A de coco, en la primera repetición del tratamiento, se obtuvo como resultado un O.D=7.73mg/l. Asimismo, en la segunda repetición del tratamiento se obtuvo un O.D = 7.7 mg/l, el cual es mayor que el anterior. De igual manera, en la tercera repetición del tratamiento se obtuvo como resultado un O.D = 7.78 mg/l, el cual es mayor respecto a las dos (02) repeticiones del tratamiento evaluadas anteriormente.

Mediante el cual se puede apreciar en la tabla N°13, que la variación del pH, respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del tratamiento es equivalente a un **27.25%** de variación.

-De igual manera, conforme a la cantidad empleada de **11g** de C.A de coco, en la primera repetición del tratamiento, se obtuvo como resultado un O.D.= 8.12mg/l. Asimismo, en la segunda repetición del tratamiento se obtuvo un O.D = 8.15 mg/l, el cual es mayor que el anterior. De igual manera, en la tercera repetición del tratamiento se obtuvo como resultado un O.D = 8.2 mg/l, el cual es mayor respecto a las dos (02) repeticiones del tratamiento evaluadas anteriormente.

Mediante el cual se puede apreciar en la tabla N°13, que la variación del pH, respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del tratamiento es equivalente a un **34.16%** de variación.

Asimismo, se puede concluir que los resultados de oxígeno disuelto (mg/l) obtenido, de los tratamientos evaluados se encuentran dentro del rango establecido en el E.C.A del agua, Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.



**Figura 34.** Representación gráfica de la variación del oxígeno disuelto (mg/l) de las muestras tratadas con C.A de coco

**Fuente.** Elaboración propia

### 3.7.3. Resultados de Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ ) en los tres (03) tratamientos evaluados

**Tabla 16.** Resultados de la Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ ) en los tratamientos evaluados.

Variación de Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ ) del agua tratada con C.A de coco						
Cantidad - Carbón Activado (g)	Tratamiento			Promedio	Valor Inicial	Variación %
	T.1.1	T.1.2	T.1.3			
5	52900	52600	53000	52833.33	53100	0.5%
8	28450	28500	28480	28476.67	53100	46.37%
11	28610	28690	28700	28666.67	53100	46.01%

**Fuente:** Elaboración propia

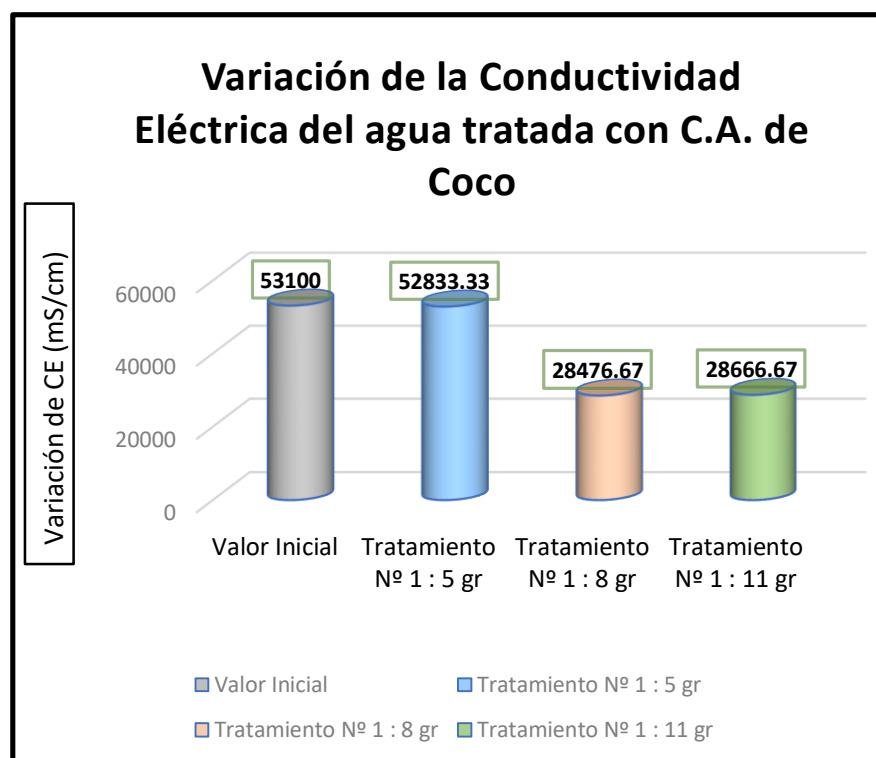
En la Tabla N°16, se presentan los resultados de la evaluación del parámetro: conductividad eléctrica en los tres (03) tratamientos realizados con diferentes cantidades de carbón activado de coco (5,8 y 11gramos), mediante el cual los resultados obtenidos se compararon con en valor inicial constante de C.E= 53100  $\mu\text{S/cm}$  debido a que la muestra fue preparada en laboratorio.

Cabe resaltar que estos resultados obtenidos fueron menores respecto al valor inicial, el cual generó la siguiente variación:

En el tratamiento N°1, con la cantidad de 5g de C.A de coco, la variación de conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ ) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **0.5%** de variación.

En el tratamiento N°2, con la cantidad de 8g de C.A de coco, la variación de conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ ) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **46.37%** de variación.

En el tratamiento N°3, con la cantidad de 11g de C.A de coco, la variación de conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ ) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **46.01%** de variación.



**Figura 35.** Representación gráfica de la variación de la conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) de las muestras tratadas con C.A de coco.

**Fuente.** Elaboración propia

### 3.7.4. Resultados de la salinidad (%Na) en los tres (03) tratamientos evaluados

**Tabla 17.** Resultados de la salinidad (%Na) en los tratamientos evaluados.

Variación de la salinidad (%Na) del agua tratada con C.A de coco						
Cantidad - Carbón Activado (g)	Tratamiento			Promedio	Valor Inicial	Variación %
	T.1.1	T.1.2	T.1.3			
5	83.5	85.6	82.5	83.87	107.9	22.27%
8	53.7	52.6	54.1	53.47	107.9	50.45%
11	55.8	55.1	56.2	55.70	107.9	48.38%

**Fuente:** Elaboración propia

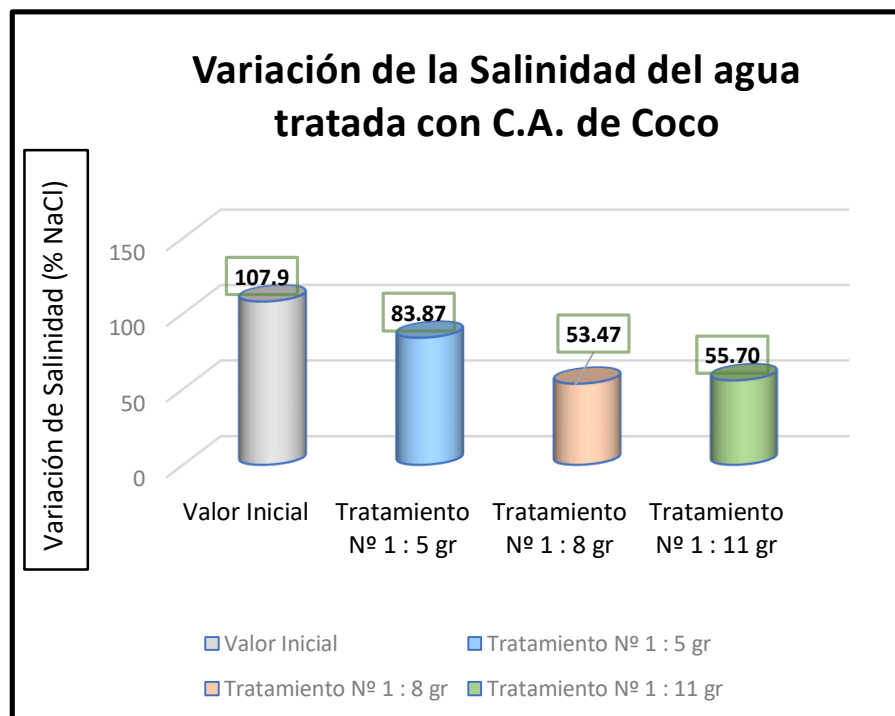
En la Tabla N°17, se presentan los resultados de la evaluación del parámetro salinidad en los tres (03) tratamientos realizados con diferentes cantidades de carbón activado de coco (5,8 y 11gramos), mediante el cual los resultados obtenidos se compararon con en valor inicial constante de salinidad (%Na)= 107.9 %Na, debido a que la muestra fue preparada en laboratorio.

Cabe resaltar que estos resultados obtenidos fueron menores respecto al valor inicial, el cual generó la siguiente variación:

En el tratamiento N°1, con la cantidad de 5g de C.A de coco, la variación de salinidad (%Na) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **22.27%** de variación.

En el tratamiento N°2, con la cantidad de 8g de C.A de coco, la variación de salinidad (%Na) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **50.45%** de variación.

En el tratamiento N°1, con la cantidad de 11g de C.A de coco, la variación de salinidad (%Na) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **48.38%** de variación.



**Figura 36.** Representación gráfica de la variación de la salinidad (%Na) de las muestras tratadas con C.A de coco.

**Fuente.** Elaboración propia

### 3.7.5. Resultados de Sólidos Totales Disueltos (mg/l) en los tres (03) tratamientos evaluados

**Tabla 18.** Resultados de los Solidos Totales Disueltos (mg/l) en los tratamientos evaluados.

Variación de Sólidos Totales Disueltos (mg/l) del agua tratada con C.A de coco						
Cantidad - Carbón Activado (g)	Tratamiento			Promedio	Valor Inicial	Variación %
	T.1.1	T.1.2	T.1.3			
5	21.3	20.9	21.5	21.23	28.9	26.53%
8	13.72	13.68	13.8	13.73	28.9	52.48%
11	14.26	14.32	14.18	14.25	28.9	50.68%

**Fuente:** Elaboración propia

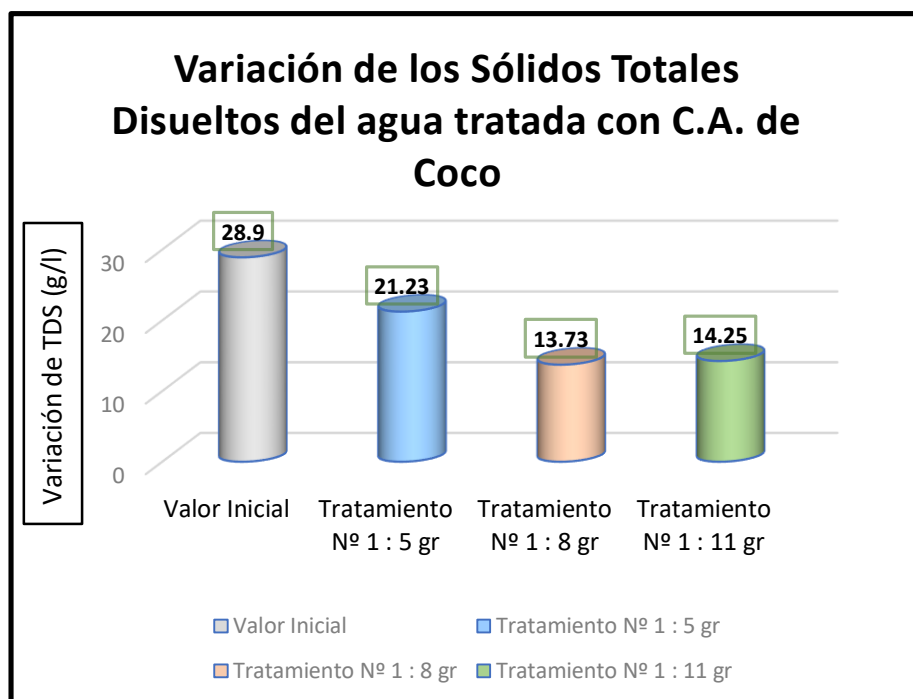
En la Tabla N°18, se presentan los resultados de la evaluación del parámetro Solidos Totales Disueltos (mg/l), en los tres (03) tratamientos realizados con diferentes cantidades de carbón activado de coco (5,8 y 11gramos), mediante el cual los resultados obtenidos se compararon con en valor inicial constante de TDS (mg/l)=28.9, debido a que la muestra fue preparada en laboratorio.

Cabe resaltar que estos resultados obtenidos fueron menores respecto al valor inicial, el cual generó la siguiente variación:

(i) En el tratamiento N°1, con la cantidad de 5g de C.A de coco, la variación de Solidos Totales Disueltos (mg/l) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **26.53%** de variación.

(ii) En el tratamiento N°2, con la cantidad de 8g de C.A de coco, la variación de Solidos Totales Disueltos (mg/l) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **52.48%** de variación.

(iii) En el tratamiento N°3, con la cantidad de 11g de C.A de coco, la variación de Solidos Totales Disueltos (mg/l) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **50.68%** de variación.



**Figura 37.** Representación gráfica de la variación de Sólidos Totales Disueltos (mg/l) de las muestras tratadas con C.A de coco

**Fuente.** Elaboración propia

### 3.8. Resultados de la evaluación de parámetros fisicoquímicos (post-tratamiento con C.A de plumas de pollo)

#### 3.8.1. Resultados de pH en los tres (03) tratamientos evaluados

**Tabla 19.** Resultados de pH en los tratamientos evaluados

Variación de pH del agua tratada con C.A de plumas de pollo						
Peso - Carbón Activado (g)	Tratamiento			Promedio	Valor Inicial	Variación %
	T.1.1	T.1.2	T.1.3			
12	7.27	7.3	7.28	7.28	6.12	19.01%
15	7.38	7.35	7.4	7.38	6.12	20.53%
18	7.43	7.38	7.4	7.40	6.12	20.97%
<b>E.C.A Categoría 4: Conservación del ambiente acuático</b>					6,8 – 8,5	

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N°19 se presentan los resultados de la evaluación del parámetro pH en los tres (03) tratamientos realizados con diferentes cantidades de carbón activado de plumas de pollo (12,15 y 18gramos), mediante el cual los resultados obtenidos se compararon con en valor inicial constante de pH=6.12, debido a que la muestra fue preparada en laboratorio.

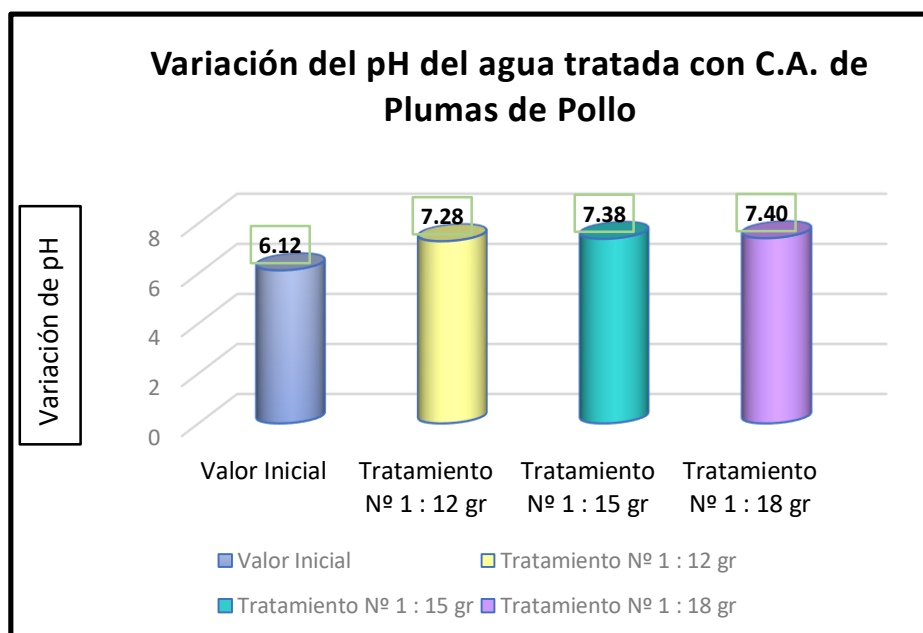
Cabe resaltar que estos resultados obtenidos fueron mayores respecto al valor inicial, el dónde se generó la siguiente variación:

En el tratamiento N°1, con la cantidad de 12g de C.A de plumas de pollo, la variación de pH, respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del tratamiento es equivalente a un **19.01%** de variación.

En el tratamiento N°2, con la cantidad de 15g de C.A de plumas de pollo, la variación de pH, respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del tratamiento es equivalente a un **20.53%** de variación.

En el tratamiento N°3, con la cantidad de 18g de C.A de plumas de pollo, la variación de pH, respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del tratamiento es equivalente a un **20.97%** de variación.

Asimismo, se puede concluir que los resultados del pH obtenido, de los tratamientos evaluados se encuentran dentro del rango establecido en el E.C.A del agua, Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.



**Figura 38.** Representación gráfica de la variación de Ph de las muestras tratadas con C.A de plumas de pollo.

**Fuente:** Elaboración propia



En el gráfico N° 16 se observa y se puede destacar que el más alto valor de pH se obtuvo en el tratamiento N°3, con 18 gr de C.A de plumas de pollo, siendo el valor de Ph=7.40.

### 3.8.2. Resultados de Oxígeno disuelto (mg/l) en los tres (03) tratamientos evaluados

**Tabla 20.** Resultados del Oxígeno disuelto (mg/l) de los tratamientos evaluados.

<b>Variación del oxígeno disuelto (mg/l) del agua tratada con C.A de plumas de pollo</b>						
<b>Peso - Carbón Activado (g)</b>	<b>Tratamiento</b>			<b>Promedio</b>	<b>Valor Inicial</b>	<b>Variación %</b>
	<b>T.1.1</b>	<b>T.1.2</b>	<b>T.1.3</b>			
12	6.26	6.25	6.29	6.27	6.08	3.07%
15	6.36	6.3	6.4	6.35	6.08	4.50%
18	6.45	6.42	6.48	6.45	6.08	6.09%
<b>E.C.A Categoría 4: Conservación del ambiente acuático</b>					$\geq 4$	

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla N°20, se presentan los resultados de la evaluación del parámetro oxígeno disuelto (mg/l) en los tres (03) tratamientos realizados con diferentes cantidades de carbón activado de coco (12,15 y 18gramos), mediante el cual los resultados obtenidos se compararon con en valor inicial constante de O.D= 6.08 mg/l, debido a que la muestra fue preparada en laboratorio. Cabe resaltar que estos resultados obtenidos fueron ligeramente mayores respecto al valor inicial, donde se generó la siguiente variación:

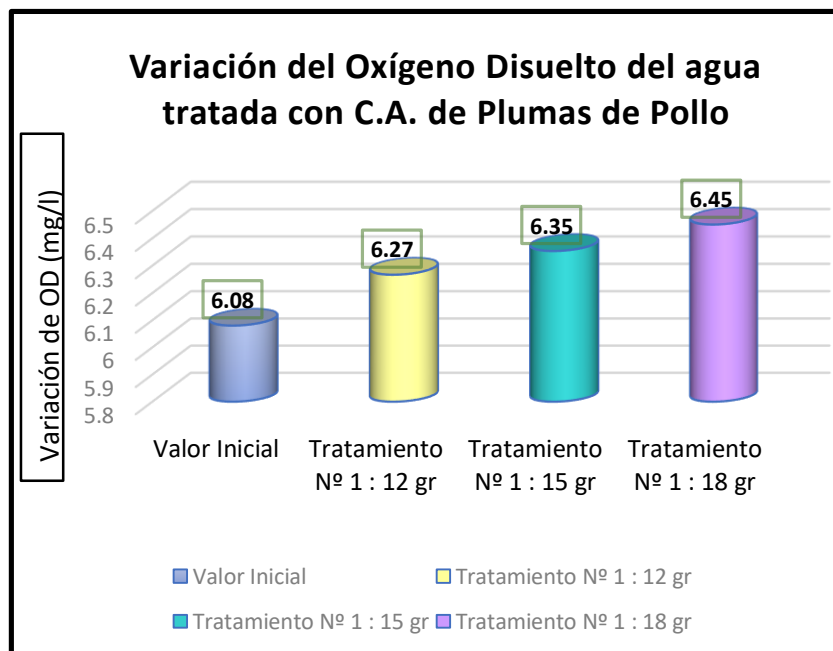
(i)En el tratamiento N°1, con la cantidad de 12g de C.A de plumas de pollo, la variación de oxígeno disuelto (mg/l) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **3.07%** de variación.

(ii)En el tratamiento N°2, con la cantidad de 15g de C.A de plumas de pollo, la variación de oxígeno disuelto (mg/l) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **4.5%** de variación.

(iii)En el tratamiento N°3, con la cantidad de 18g de C.A de plumas de pollo, la variación de oxígeno disuelto (mg/l) respecto al valor inicial con el promedio de los

resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **6.09%** de variación.

(iv) Asimismo, se puede concluir que los resultados de oxígeno disuelto (mg/l) obtenido, de los tratamientos evaluados se encuentran dentro del rango establecido en el E.C.A del agua, Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.



**Figura 39.** Representación gráfica de la variación de oxígeno disuelto de las muestras tratadas con C.A de plumas de pollo.

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.8.3. Resultados de Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en los tres (03) tratamientos evaluados

**Tabla 21.** Resultados de la Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en los tratamientos evaluados.

Variación de Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) del agua tratada con C.A de plumas de pollo						
Peso - Carbón Activado (g)	Tratamiento			Promedio	Valor Inicial	Variación %
	T.1.1	T.1.2	T.1.3			
12	41300	41800	41500	41533.33	53100	21.78%
15	30700	31200	30500	30800.00	53100	42.00%
18	30900	40000	30800	33900.00	53100	36.16%

**Fuente:** Elaboración propia

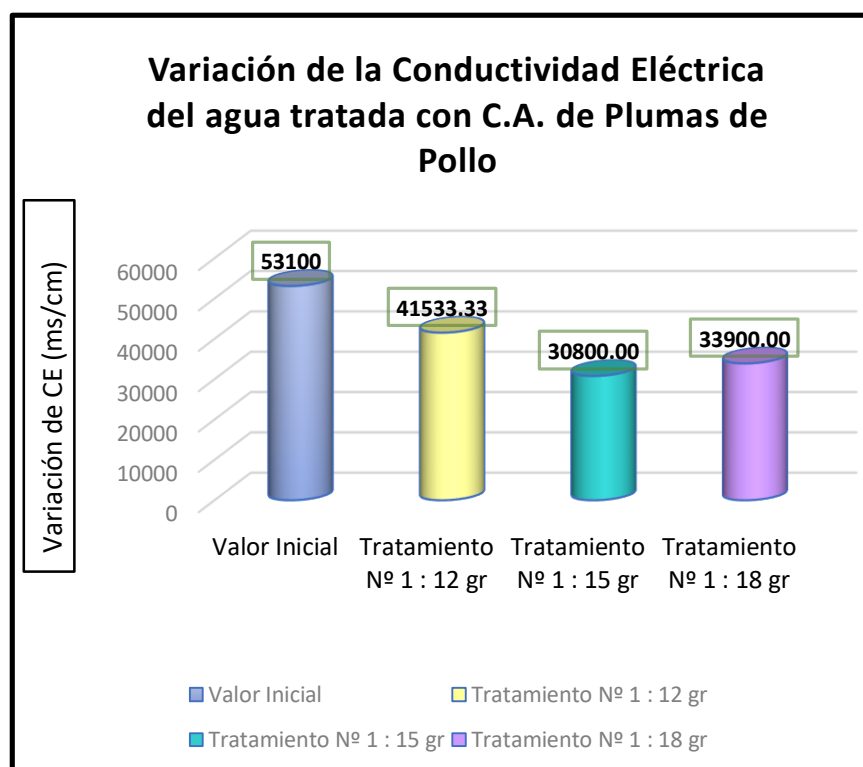
En la Tabla N°21, se presentan los resultados de la evaluación del parámetro: conductividad eléctrica en los tres (03) tratamientos realizados con diferentes cantidades de carbón activado de plumas de pollo (12, 15 y 18gramos), mediante el

cual los resultados obtenidos se compararon con en valor inicial constante de C.E= 53100  $\mu\text{S/cm}$  debido a que la muestra fue preparada en laboratorio. Cabe resaltar que estos resultados obtenidos fueron menores respecto al valor inicial, el cual generó la siguiente variación:

(i)En el tratamiento N°1, con la cantidad de 12g de C.A de plumas de pollo, la variación de conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ ) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **21.78%** de variación.

(ii)En el tratamiento N°2, con la cantidad de 15g de C.A de plumas de pollo, la variación de conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ ) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **42.00%** de variación.

(iii)En el tratamiento N°1, con la cantidad de 12g de C.A de plumas de pollo, la variación de conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ ) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **36.16%** de variación.



**Figura 40.** Representación gráfica de la variación de la conductividad eléctrica en las muestras tratadas con C.A de plumas de pollo.

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.8.4. Resultados de la salinidad (%Na) en los tres (03) tratamientos evaluados

**Tabla 22.** Resultados de la salinidad (%Na) en los tratamientos evaluados.

Variación de la salinidad (%Na) del agua tratada con C.A de plumas de pollo						
Peso - Carbón Activado (g)	Tratamiento			Promedio	Valor Inicial	Variación %
	T.1.1	T.1.2	T.1.3			
12	70.1	72.3	71	71.13	107.9	34.07%
15	60.1	59.8	61.2	60.37	107.9	44.05%
158	60.5	60.3	61.1	60.63	107.9	43.81%

**Fuente:** Elaboración propia

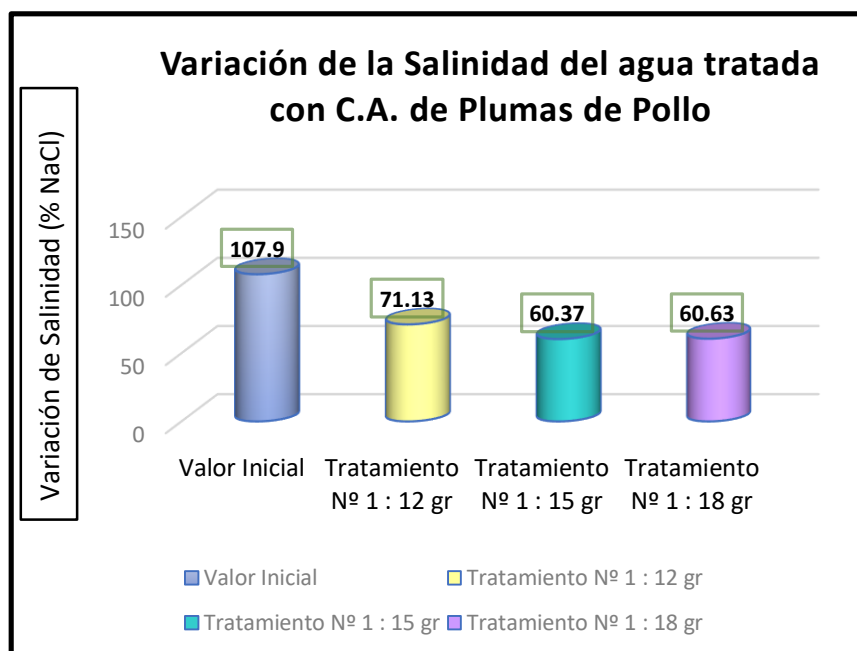
En la Tabla N°22, se presentan los resultados de la evaluación del parámetro salinidad en los tres (03) tratamientos realizados con diferentes cantidades de carbón activado de plumas de pollo (12,15 y 18gramos), mediante el cual los resultados obtenidos se compararon con en valor inicial constante de salinidad (%Na) = 107.9 %Na, debido a que la muestra fue preparada en laboratorio.

Cabe resaltar que estos resultados obtenidos fueron menores respecto al valor inicial, el cual generó la siguiente variación:

(i)En el tratamiento N°1, con la cantidad de 12g de C.A de plumas de pollo, la variación de salinidad (%Na) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **34.07%** de variación.

(ii)En el tratamiento N°2, con la cantidad de 15g de C.A de plumas de pollo, la variación de salinidad (%Na) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **44.05%** de variación.

(iii)En el tratamiento N°3, con la cantidad de 18g de C.A de plumas de pollo, la variación de salinidad (%Na) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **43.81%** de variación.



**Figura 41.** Representación gráfica de la variación de la salinidad en las muestras tratadas con C.A de plumas de pollo.

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.8.5. Resultados de Sólidos Totales Disueltos (mg/l) en los tres (03) tratamientos evaluados

**Tabla 23.** Resultados de los Solidos Totales Disueltos (mg/l) en los tratamientos evaluados.

Variación de Sólidos Totales Disueltos (mg/l) del agua tratada con C.A de plumas de pollo						
Peso - Carbón Activado (g)	Tratamiento			Promedio	Valor Inicial	Variación %
	T.1.1	T.1.2	T.1.3			
12	18.9	17.5	19.1	18.50	28.9	35.99%
15	15.3	14.9	15.4	15.20	28.9	47.40%
158	15.5	15.8	14.9	15.40	28.9	46.71%

**Fuente:** Elaboración propia

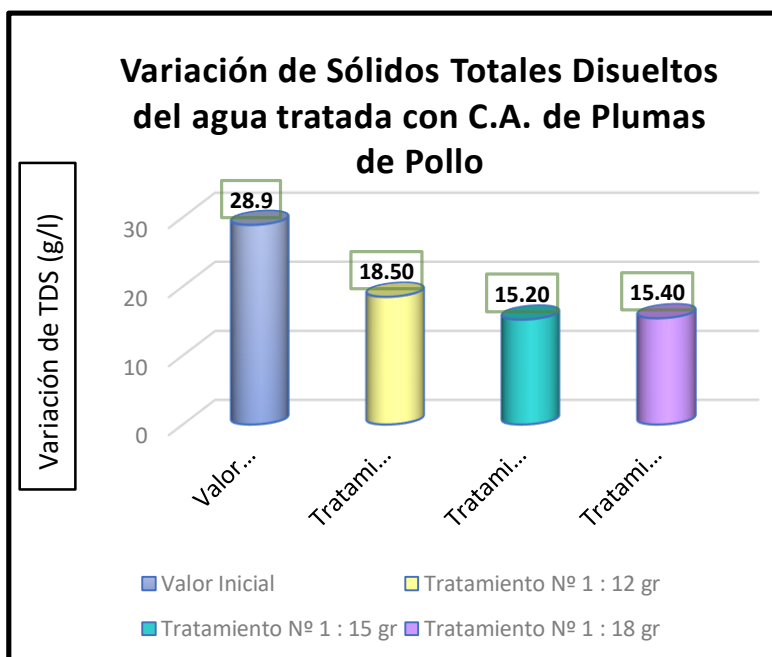
En la Tabla N°23, se presentan los resultados de la evaluación del parámetro Solidos Totales Disueltos (mg/l), en los tres (03) tratamientos realizados con diferentes cantidades de carbón activado de plumas de pollo (12, 15 y 18 gramos), mediante el cual los resultados obtenidos se compararon con en valor inicial constante de TDS (mg/l)=28.9, debido a que la muestra fue preparada en laboratorio.

Cabe resaltar que estos resultados obtenidos fueron menores respecto al valor inicial, el cual generó la siguiente variación:

(i)En el tratamiento N°1, con la cantidad de 12g de C.A de plumas de pollo, la variación de Sólidos Totales Disueltos (mg/l) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **35.99%** de variación.

(ii)En el tratamiento N°2, con la cantidad de 15g de C.A de plumas de pollo, la variación de Sólidos Totales Disueltos (mg/l) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **47.40 %** de variación.

(iii)En el tratamiento N°3, con la cantidad de 18g de C.A de plumas de pollo, la variación de Sólidos Totales Disueltos (mg/l) respecto al valor inicial con el promedio de los resultados de las tres (03) repeticiones del presente tratamiento es equivalente a un **46.71%** de variación.



**Figura 42.** Representación gráfica de la variación de los sólidos totales disueltos en las muestras tratadas con C.A de plumas de pollo.

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.9. Análisis estadístico de los resultados obtenidos en el post-tratamiento

#### Contraste de hipótesis

##### 1. Eficiencia del carbón activado de plumas de pollo y carbón activado de cáscara de coco

a) **Prueba de Normalidad:** Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95%.

**Tabla 24.** Prueba de Normalidad – Eficiencia del Carbón Activado

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA	Coco	,333	3	.	,861	3	,271
	Plumas de pollo	,175	3	.	1,000	3	,996
a. Corrección de significación de Lilliefors							

**Fuente:** Base de datos SPSS 24

#### Hipótesis

- **Hipótesis Nula:** La eficiencia del carbón activado con biopolímeros naturales presenta una distribución normal.
- **Hipótesis Alternativa:** La eficiencia del carbón activado con biopolímeros naturales no presenta una distribución normal.

#### Regla de decisión:

- $\text{Sig.} \leq 0,05$  Se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis alternativa.
- $\text{Sig.} > 0,05$  Se acepta la hipótesis nula, se rechaza la hipótesis alternativa

**Criterio de Decisión:** Se concluye que los datos correspondientes a la eficiencia del carbón activado con biopolímeros naturales, presentan una distribución normal debido a que la probabilidad del estadístico de prueba de cada uno de ellos es mayor que el nivel de significancia (0,05), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

## b) Prueba T-student

Se utilizó la prueba T-student para una muestra, debido a que se realizó mediciones para cada tratamiento empleado

**Tabla 25.** Prueba de T-student para una muestra – Eficiencia del Carbón activado en Coco y Plumas de pollo

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 80					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
EFICIENCIA _COCO	205, 967	2	,000	29,73667	29,1155	30,3579
EFICIENCIA _PLUMAS_D E_POLLO	6,19 0	2	,025	19,26333	5,8738	32,6529

**Fuente:** Base de datos SPSS 24

## HIPÓTESIS GENERAL

- **Hipótesis Investigación:** El uso de carbón activado con biopolímeros naturales tendrá una eficiencia del 80%, en la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en aguas marinas del distrito del Callao.
- **Hipótesis Nula:** El uso de carbón activado con biopolímeros naturales no tendrá una eficiencia del 80%, en la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en aguas marinas del distrito del Callao.

## Regla de decisión:

- Sig.  $\leq 0,05$  Se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis de investigación.
- Sig.  $> 0,05$  Se acepta la hipótesis nula, se rechaza la hipótesis de investigación.

## Criterio de Decisión

Se concluye que, se rechaza la hipótesis nula, debido a que la probabilidad del estadístico de prueba seleccionado, t-student para una muestra, es menor que el nivel de significancia de  $\alpha = 5\%$ . Por lo tanto, se confirma que el uso de carbón activado con biopolímeros naturales tendrá una eficiencia del 80%, en la adsorción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en aguas marinas del distrito del Callao.



## 2. Capacidad de adsorción del carbón activado obtenido de biopolímeros naturales

**a) Prueba de Normalidad:** Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95%.

**Tabla 26.** Prueba de Normalidad – Adsorción del Carbón Activado con biopolímeros naturales

Pruebas de normalidad							
	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ADSORCIÓN	Coco	,337	3	.	,855	3	,253
	Plumas de pollo	,175	3	.	1,000	3	,993

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Fuente:** Base de datos SPSS 24

### Hipótesis

- **Hipótesis Nula:** La capacidad de adsorción del carbón activado con biopolímeros naturales presenta una distribución normal.
- **Hipótesis Alternativa:** La capacidad de adsorción del carbón activado con biopolímeros naturales no presenta una distribución normal.

### Regla de decisión:

- Sig.  $\leq 0,05$  Se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis alternativa.
- Sig.  $> 0,05$  Se acepta la hipótesis nula, se rechaza la hipótesis alternativa.

**Criterio de Decisión:** Se concluye que los datos correspondientes a la capacidad de adsorción del carbón activado con biopolímeros naturales, presentan una distribución normal, puesto que la probabilidad del estadístico de prueba de cada uno de ellos, es mayor que el nivel de significancia (0,05), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

## 3. Variación de parámetros químicos al aplicar carbón activado de biopolímeros naturales

**a) Prueba de Normalidad:** Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95%.

**Tabla 27.** Prueba de Normalidad – Eficiencia del Carbón Activado**Fuente:** Base de datos SPSS 24

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	TRATAMIENTO	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH_FINAL	Coco	,351	3	.	,827	3	,180
	Plumas de pollo	,328	3	.	,871	3	,298
OD_FINAL	Coco	,230	3	.	,981	3	,734
	Plumas de pollo	,196	3	.	,996	3	,878
CE_FINAL	Coco	,383	3	.	,756	3	,053
	Plumas de pollo	,274	3	.	,944	3	,543
SALINIDAD_FINAL	Coco	,362	3	.	,805	3	,126
	Plumas de pollo	,378	3	.	,768	3	,060
TDS_FINAL	Coco	,363	3	.	,802	3	,119
	Plumas de pollo	,366	3	.	,795	3	,103
a. Corrección de significación de Lilliefors							

**Hipótesis**

- **Hipótesis Nula:** Los resultados finales de los parámetros fisicoquímicos presentan una distribución normal.
- **Hipótesis Alternativa:** Los resultados finales de los parámetros fisicoquímicos no presentan una distribución normal.

**Regla de decisión:**

- $\text{Sig.} \leq 0,05$  Se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis alternativa.
- $\text{Sig.} > 0,05$  Se acepta la hipótesis nula, se rechaza la hipótesis alternativa

**Criterio de Decisión:** Se concluye que los datos correspondientes a los resultados finales de los parámetros fisicoquímicos, presentan una distribución normal, puesto que la probabilidad del estadístico de prueba de cada uno de ellos es mayor que el nivel de significancia (0,05), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

**b) Prueba T-student**

Se utilizó la prueba T-student para una muestra, ya que se realizó mediciones por cada tratamiento empleado.

**Tabla 28.** Prueba de T-student para muestras relacionadas – Variación de los parámetros fisicoquímicos – Carbón activado de Coco

Prueba de muestras emparejadas									
Prueba de muestras emparejadas	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1 pH_INICIAL - pH_FINAL	-1,45333	,31896	,18415	-2,24567	-,66100	-7,892	2	,016	
Par 2 OD_INICIAL - OD_FINAL	-1,57000	,56045	,32357	-2,96223	-,17777	-4,852	2	,040	
Par 3 CE_INICIAL - CE_FINAL	16441,11000	14007,79808	8087,40599	-18356,18946	51238,40946	2,033	2	,049	
Par 4 SALINIDAD_INICIAL - SALINIDAD_FINAL	43,55333	16,94443	9,78287	1,46104	85,64563	4,452	2	,047	
Par 5 TDS_INICIAL - TDS_FINAL	12,49667	4,18809	2,41800	2,09286	22,90047	5,168	2	,035	

**Fuente:** Base de datos SPSS 24

**Tabla 29.** Prueba de T student para muestras relacionadas – Variación de los parámetros fisicoquímicos – Carbón activado de Plumas de pollo

Prueba de muestras emparejadas										
			Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
				Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
						Inferior				Superior
Par 1	pH_INICIAL - pH_FINAL	-1,23333	,06429	,03712	-1,39304	-1,07363	-33,227	2	,001	
Par 2	OD_INICIAL - OD_FINAL	-,27667	,09018	,05207	-,50070	-,05263	-5,314	2	,034	
Par 3	CE_INICIAL - CE_FINAL	17688,89000	5523,91920	3189,23624	3966,71401	31411,06599	5,546	2	,031	
Par 4	SALINIDAD_INICIAL - SALINIDAD_FINAL	43,85667	6,13861	3,54413	28,60751	59,10582	12,374	2	,006	
Par 5	TDS_INICIAL - TDS_FINAL	12,53333	1,85023	1,06823	7,93712	17,12955	11,733	2	,007	

**Fuente:** Base de datos SPSS 24

## HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

- **Hipótesis Investigación:** El uso de carbón activado con biopolímeros naturales generará variación en la evaluación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas marinas del distrito del Callao.
- **Hipótesis Nula:** El uso de carbón activado con biopolímeros naturales no generará variación en la evaluación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas marinas del distrito del Callao.

### Regla de decisión:

- Sig.  $\leq 0,05$  Se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis de investigación.
- Sig.  $> 0,05$  Se acepta la hipótesis nula, se rechaza la hipótesis de investigación.

### Criterio de Decisión

Se concluye que, se rechaza la hipótesis nula, pues la probabilidad del estadístico de prueba seleccionado, t-student para muestras relacionadas, es menor que el nivel de significancia de  $\alpha = 5\%$ . Por lo tanto, se confirma que el uso de carbón activado con biopolímeros naturales generará variación en la evaluación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas marinas del distrito del Callao.

## 4. Mejor concentración de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales

### ➤ Prueba de Hipótesis para C.A de plumas de pollo

**Tabla 30.** Prueba de ANOVA (ANALISIS UNITARIO DE VARIANZA)

Variable dependiente: ADSORCIÓN

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	71715,055	1	71715,055	1394631,573	,000
TRATAMIENTO	174,421	2	87,211	1695,970	,000
Error	,309	6	,051		
Total	71889,784	9			
Total corregido	174,730	8			

**Fuente:** SPSS

La tabla 30 muestra el estadístico ANOVA realizado al 95% de confianza, en la cual se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos aplicados, debido a que la significancia es menor a 0.01, es decir al menos un tratamiento es diferente, por ello aceptamos la hipótesis alterna y se procede a realizar la prueba de tukey para determinar que tratamiento es diferente.

**Tabla 31.** Prueba de tukey

ADSORCIÓN					
Tukey B <sup>a,b</sup>	TRATAMIENTO	N	Subconjunto		
			1	2	3
	T1	3	83,880 0		
	T2	3		89,253 3	
	T3	3			94,663 3

**Fuente:** SPSS

La tabla 31 muestra la prueba de tukey, en él se observa que el T3(18g) es el que influye más en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio, asimismo indica que el T1(12g), estadísticamente logra los resultados más bajos.

#### ➤ Prueba de Hipótesis para C.A de fibra de coco

**Tabla 32.** Prueba de ANOVA (ANÁLISIS UNITARIO DE VARIANZA)

Variable dependiente: ADSORCIÓN

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	89518,645	1	89518,645	107422374,4 13	,000
TRATAMIENTO	,372	2	,186	223,053	,000
Error	,005	6	,001		
Total	89519,022	9			
Total corregido	,377	8			

**Fuente:** SPSS

La tabla muestra el estadístico ANOVA realizado al 95% de confianza, en la cual se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos aplicados,

debido a que la significancia es menor a 0.01, es decir al menos un tratamiento es diferente, por ello aceptamos la hipótesis alterna y se procede a realizar la prueba de tukey para determinar que tratamiento es diferente.

**Tabla 33.** Prueba de tukey

ADSORCIÓN				
Tukey B <sup>a,b</sup>	TRATAMIENTO	N	Subconjunto	
			1	2
	T1	3	99,446 7	
	T3	3		99,846 7
	T2	3		99,903 3

**Fuente:** SPSS

La tabla N° 33 muestra la prueba de tukey, en él se observa que el T2(8g) y el T3(11g) son los tratamientos que logran mejores resultados en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio, asimismo indica que el T1(5g), estadísticamente logra los resultados más bajos

#### IV. **DISCUSIÓN**

En la presente investigación, se realizó un total de seis (06) tratamientos (cada una con tres repeticiones), donde se empleó carbón activado obtenido de biopolímeros naturales (celulosa de fibra de coco y queratina de plumas de pollo), de los cuales, se trabajó tres (03) tratamientos con carbón activado de fibra de coco, en el que se utilizaron diferentes cantidades (5g, 8g y 11g). Asimismo, se trabajó los otros tres (03) tratamientos con carbón activado de plumas de pollo, en diferentes cantidades también (12g, 15g y 18g), todo ello con la finalidad de determinar cuál de las dos tecnologías empleadas, tiene el mayor porcentaje de eficiencia en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio.

Por ello, luego de obtener los resultados, respecto a la eficiencia del carbón activado de coco, se indica que con el T2 (8gramos), se pudo obtener una mejor eficiencia, en 99.91%. Así mismo, conforme a la eficiencia del carbón activado con plumas de pollo, señala que con el T3 (18g) se obtuvo una mejor eficiencia, en 94.66%. Cabe resaltar que el empleo de carbón activado de coco, tuvo un mayor porcentaje de eficiencia en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio. Estos valores son mencionados también por Martínez (2013), en el que logró obtener una eficiencia de remoción de hidrocarburos en un 97%. En ambas investigaciones se muestra un óptimo porcentaje de eficiencia en la adsorción de petróleo en agua de mar.

Asimismo, Abanto (2018), señala que a una temperatura de 50°C y una salinidad de 900 mg NaCl/litro, las eficiencias alcanzadas respecto al uso de fibra de coco en la adsorción de hidrocarburos fueron de 93.936%, 98.762% y 85.888% para el kerosene, diésel y gasolina respectivamente. Cabe señalar que el uso de fibra de coco en la adsorción de diésel, tuvo un mejor resultado de eficiencia siendo el valor 98.72%, el cual se asemeja a los resultados de la presente investigación, teniendo como eficiencia el valor de 99.91%.

Por otro lado, Rodríguez (2015), indica que el uso del bagazo de la caña de azúcar, tuvo efectos beneficiosos en la adsorción de hidrocarburos, debido a que logró una eficiencia de remoción total del 95%. Cuando comparamos ambas investigaciones, y nos enfocamos en los resultados de porcentaje de eficiencia, se puede mencionar que la diferencia de los resultados obtenidos es de 4.91% a favor de la técnica empleada de carbón activado de fibra de coco. Caso contrario sucede con la técnica empleada de

carbón activado de plumas de pollo, en el cual los resultados obtenidos muestran en que existe una diferencia de 0.34% a favor de la técnica empleada por la investigación del autor referido. Respecto a ello, se puede diferir que la diferencia es mínima, y que el empleo de la tecnología empleada en la presente investigación es eficiente en la adsorción de petróleo en agua de mar.

En relación a los resultados respecto a la capacidad de adsorción del carbón activado, se menciona que el carbón activado de fibra de coco, tiene mejor capacidad de adsorción que el carbón activado de plumas de pollo, ya que el mejor resultado del primer tratamiento (C.A. de coco) fue de 3048mg/g, y del segundo tratamiento (C.A. de plumas de pollo) fue de 1071.53 mg/g en la adsorción de petróleo en agua de mar. Mientras que según Rincones et al. (2015) manifiesta que, mediante el uso de bagazo de caña de azúcar, obtuvo valores máximos de 574 mg de hidrocarburo/g de lecho con respecto a la capacidad de adsorción. Al comparar ambos resultados, podemos inferir que la diferencia en los resultados obtenidos por ambas tecnologías es considerable, ya que existe una diferencia de 2474mg/g a favor del tratamiento empleado con carbón activado de fibra de coco. Asimismo, existe una diferencia de 497.53 mg/g a favor del tratamiento empleado con carbón activado de plumas de pollo. Respecto a ello, se puede concluir que el empleo del estímulo empleado en la presente investigación tiene una mejor capacidad de adsorción respecto a la disminución de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio.

Por otro lado, Castillo (2017), indica que mediante el uso de materiales orgánicos como el bagazo de caña de azúcar y el *Luffa cylindrica*, en condiciones estáticas, presentan un mayor grado de eficiencia en la adsorción de hidrocarburos, teniendo como resultados 9,10 g de petróleo por gramo de luffa y 10,90 gramos de petróleo por gramo de bagazo, en comparación a lo que se realizó en condiciones dinámicas, teniendo como valores 1,16 gramos de petróleo por gramo de luffa y 1,39 gramos de petróleo por gramo de bagazo

Respecto a los resultados de la mejor concentración de carbón activado empleado en la adsorción de petróleo en agua de mar, se puede destacar que, en referencia al carbón activado de fibra de coco, la mejor concentración con la que se obtuvieron mejores resultados fue de 8g en una muestra de 1litro de agua de mar contaminada con petróleo a nivel laboratorio. Asimismo, respecto al carbón activado de plumas de pollo empleado, se menciona que la mejor concentración empleada fue de 18g, en el mismo



volumen de muestra de agua mar contaminada con petróleo a nivel laboratorio. Conforme a los resultados obtenidos, Salinas (2010), menciona que empleó harina de plumas de pollo, como medio adsorbente de hidrocarburos en agua dulce a nivel de laboratorio, en el que utilizó la cantidad de 11g del material, en un volumen de 5.75 litros de agua contaminado con 25ml de petróleo crudo, indicando que es factible usar la cantidad mencionada en la biorremediación de aguas residuales contaminadas con hidrocarburos.

## V. CONCLUSIONES

El empleo de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales es eficiente en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio, ya que se obtuvieron resultados favorables en la presente investigación. Cabe resaltar que la eficiencia de carbón activado de fibra de coco tuvo una eficiencia del 99.91% con una cantidad de 8g empleada, la cual fue la mejor en comparación con los otros dos (02) tratamientos empleados. Asimismo, el carbón activado de plumas de pollo tuvo una eficiencia de 94.66% con una cantidad de 18g, la cual también, fue la mejor frente a los otros dos (02) tratamientos trabajados. Respecto a ello se concluye que el carbón activado de fibra de coco tiene una mejor eficiencia en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio.

El empleo de carbón activado de fibra de coco tuvo una capacidad de adsorción de 3048mg/g, con una cantidad de 8g empleada, el cual fue el mejor resultado respecto a los otros dos (02) tratamientos empleados. Asimismo, el carbón activado con plumas de pollo tuvo una capacidad de adsorción de 1071.53 mg/g , empleando una cantidad de 18g , siendo el mejor resultado , frente a los otros dos tratamientos empleados, con diferentes cantidades de carbón activado. Cabe resaltar que el carbón activado de fibra de coco tuvo una mejor capacidad de adsorción en las muestras de agua de mar contaminado con petróleo a nivel laboratorio.

El uso de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales no genera variación diferenciada entre una dosis y otra en las propiedades químicas (pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, salinidad y solidos totales disueltos) de las muestras de agua de mar contaminada con petróleo empleadas a nivel laboratorio, es decir, el porcentaje de variación generada es similar en todos los casos.

La mejor concentración de carbón activado de fibra de coco fue de 8g, debido a que, mediante su empleo, se obtuvo una concentración final de TPH de 14.33mg/l respecto a la concentración inicial de 15329mg/l de TPH de las muestras de agua de mar trabajadas en laboratorio. Asimismo, la mejor concentración de carbón activado de plumas de pollo fue de 18 g, debido a que mediante su empleo, se obtuvo una concentración final de TPH de 818.33mg/l respecto a la concentración inicial de 15329mg/l de TPH , de la muestra de agua de mar utilizada.

## VI. **RECOMENDACIONES**

- Emplear tratamientos de carbón activado que resulten de la mezcla tanto de la fibra de coco y plumas de pollo, ello nos va a permitir conocer si la interacción entre estos residuos que contienen biopolímeros naturales como la celulosa y queratina respectivamente, logra mejores resultados en la adsorción de petróleo de agua de mar que al utilizarlo individualmente.
- Realizar las pruebas de activación del carbón activado con diferentes concentraciones de agentes activantes, ya que para este trabajo se procedió a trabajar con ácido fosfórico una concentración del 95% y ácido sulfúrico a una concentración del 98%, ello es un factor importante en la eficiencia del carbón activado.
- Identificar si la eficiencia varía radicalmente si el proceso de adsorción de petróleo se lleva a cabo en cantidades mucho más grandes de petróleo, lo cual va a permitir reducir costos, ya que en este caso solo se trabajó con 20ml de la muestra de petróleo en el cuerpo de agua.

## VII. REFERENCIAS

- RAMIREZ Triana, Gustavo. Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos.  
(en línea). Colombia: Instituto de investigaciones marinas y costeras, 2003  
(fecha de consulta: 28 Setiembre 2017).  
Disponible en:  
<http://www.invemar.org.co/redcosteral/invemar/docs/7010manualTecnicasanaliticas..pdf>
- CASTELLS, Xavier Elías. **Reciclaje de residuos industriales: aplicación a la fabricación de materiales para la construcción** [en línea] España: Ediciones Díaz de Santos, 2000 [fecha de consulta: 09 Octubre 2017].  
Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=oA7ndthNMYQC&pg=PA65&dq=importancia+del+carbon+activo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjF3Nr7vbnXAhWH2SYKHaEgBrsQ6AEIMjAC#v=onepage&q=importancia%20del%20carbon%20activo&f=false>  
ISBN 9788479784379
- HIDROCARBUROS de petróleo, disueltos y dispersos, en cuatro ambientes costeros de Costa Rica por José Vargas Zamora [et al]. *Biología Tropical* [en línea]. Agosto 2004, vol. 52. [fecha de consulta: 09 Octubre 2017]. Disponible en:  
[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442004000600005](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442004000600005)  
ISSN 0034-7744
- ALTERNATIVAS sostenibles para el tratamiento de las aguas residuales oleosas generadas en centrales eléctricas que operan con diésel por Iván Rodríguez Rico [et al]. *ICIDCA: Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar* [en línea]. Mayo – Agosto 2015, vol. 49, no. 2. [fecha de consulta: 10 Octubre 2017].  
Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223143421011>  
ISSN: 0138-6204

- SALINAS S, Pablo. Producción de harina de plumas de pollo y su utilización como un adsorbente de hidrocarburos, en agua dulce. Trabajo de Titulación (Ingeniero en Biotecnología). Sangolquí, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias de la Vida, 2010. [155] p. [fecha de consulta: 10 Octubre 2017]. Disponible en : <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2631/1/T-ESPE-030044.pdf>
- RAMÍREZ Guerra, Christian. El carbón activado para el tratamiento del agua [en línea]. Tesis. México: Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería química y metalurgia, 2009. Disponible en: <http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=20980>
- SILCARBON. Carbón en polvo – granulado- y peletizado. [en línea]. EE. UU, 2014. Disponible en: [http://www.silcarbon.us/2014/cms/upload/downloads/PulverForm\\_Spa.pdf](http://www.silcarbon.us/2014/cms/upload/downloads/PulverForm_Spa.pdf)
- ADSORCIÓN de hidrocarburos de petróleo en agua mediante una columna empacada con bagazo de caña de azúcar por Félix Rincones Poyer [et al]. *Saber* [en línea]. Setiembre 2015, vol. 27, no. 3. [fecha de consulta: 10 Octubre 2017]. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-01622015000300010](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622015000300010)  
ISSN 2343-6468
- ESTUDIO y selección de bacterias aerobias degradadoras de hidrocarburos del petróleo aisladas de costas de Cuba por Silvia Acosta [et al]. *Biotecnología Aplicada* [en línea]. Junio 2012, vol. 29, no. 2. [fecha de consulta: 10 Octubre 2017]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-28522012000200003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-28522012000200003)  
ISSN 1027-2852
- SANTOS Ríos, Andrea. Evaluación de la contaminación por hidrocarburos aromáticos totales en aguas y sedimentos marinos en la bahía de buenaventura

sector isla cascajal. Trabajo de Titulación (Ingeniera Ambiental y Sanitaria). Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, 2006. [117] p. [fecha de consulta: 10 Octubre 2017]. Disponible en : <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14476/T41.06%20S59e.pdf?sequence=1>

- Chalén, F. Presencia de hidrocarburos en el litoral ecuatoriano, crucero de prospección pesquera T03/10/02D. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología* [en línea]. Junio 2010, vol. 4, no. 2. [fecha de consulta: 12 Octubre 2017]. Disponible en: [www.oceandocs.org/bitstream/1834/5373/1/67-91.pdf](http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/5373/1/67-91.pdf)
- SALAZAR Hernandez, Elizabeth. Remoción de hidrocarburos mediante biopolímeros naturales: Efecto del tamaño de partícula. Tesis (Magister en Ciencias Ambientales). San Luis Potosí, México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2012. 52 p.
- CARDENAS Murillo, Luis. Estudio de la capacidad de adsorción de materiales orgánicos para la remoción de aceites y combustibles presentes en agua. Tesis (titulación en Ingeniería Química). Quito, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito USFQ, 2017. 27 p.
- MINIMIZACION del impacto ambiental de las aguas oleosas mediante columna rellena con bagazo de caña de azúcar por Pastora Martínez Nodal [et al]. Centro Azúcar [en línea]. Enero 2016, vol. 43, no. 1. [fecha de consulta: 12 Octubre 2017]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2223-48612016000100007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612016000100007)  
ISSN 2223-4861
- OBTENCIÓN del carbón activado a partir de la cáscara de coco por Donacio Luna [et al]. UAM [en línea]. Febrero 2007. [fecha de consulta : 16 Octubre 2017] Disponible en: [http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n64ne/carbon\\_v2.pdf](http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n64ne/carbon_v2.pdf)

- SINIA. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM. Perú. 2017.
- UNESCO. Hablemos de los océanos. [en línea]. 2006. Disponible en: <http://www.unescoetxea.org/dokumentuak/Oceanos.pdf>
- ELABORACIÓN de carbón activado a partir de materiales no convencionales, para ser usado como medio filtrante por Diana Navarrete Aguirre [et al]. ESPOL [en línea]. Marzo 2014. [fecha de consulta: 16 de Octubre 2017]Disponible en:[http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n64ne/carbon\\_v2.pdf](http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n64ne/carbon_v2.pdf)
- EVALUACIÓN de la contaminación por hidrocarburos de la bahía de Santiago de Cuba por María Santana Gómez [et al]. Revista cubana de química [en línea]. Mayo 2016, vol. 28, no. 2. [fecha de consulta: 12 Octubre 2017]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v28n2/ind02216.pdf>  
ISSN2224-5421
- PONTES, M. (s.f). Composición del Agua de Mar. [en línea]. Disponible en: <http://marenostrum.org/curiosidades/composicion/composicion.pdf>
- CELIS, Jose. Efectos de los derrames de petróleo sobre los hábitats marinos. *Revista Ciencia Ahora*[en línea]. Julio-Diciembre 2009, no. 24. [fecha de consulta: 12 Octubre 2017]. Disponible en: <http://blog.acara.org.ar/wp-content/plugins/cforms/attachments/noid-03DERRAMES.pdf>
- MARTINEZ Altamirano, María. Remediación de agua contaminada con petróleo utilizando pennisetum clandestinum como bioadsorbente. Tesis (Titulación en Química). Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2013. 69 p.

- DIVERSIDAD de bacterias cultivables con capacidad de degradar hidrocarburos de la playa de Caleta Córdova, Argentina por Graciela Pucci [et al]. Revista Peruana de Biología [en línea]. Agosto 2010, vol. 17, no. 2. [fecha de consulta: 13 Octubre 2017]. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332010000200015&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332010000200015&script=sci_arttext)  
ISSN1727-993
  
- TRATAMIENTO de aguas contaminadas con metales pesados mediante carbones activados obtenidos de un precursor renovable por Basso M.C [et al]. ASADES [en línea]. Enero 2001, vol. 05, [fecha de consulta: 01 Octubre 2018]. Disponible en: <https://www.mendozaconicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2001/2001-t009-a001.pdf>  
ISSN 0329-5184
  
- GUTIÉRREZ Porchas, María Jesús. Proceso para el aprovechamiento de agua hipersalada procedente de la desalación de agua de mar. [en línea]. Tesis. México: Universidad de Sonora, División de Ingeniería, 2013. 5 p. Disponible en: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/1400892/Capitulo3.pdf>
  
- VIRGINIA, Marcela. Determinación del método para la obtención de queratina cosmética a partir de plumas gallináceas”. Tesis (químico farmacéutico). Quito: Universidad central del Ecuador, 2013.94p. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1088/1/T-UCE-0008-10.pdf>
  
- LAZO Camposano, Roberto. Operaciones y procesos para la producción de carbón activado a partir de la cascara de coco. Informe Final del proyecto de investigación. Callao, Lima: Universidad Nacional del Callao, 2015. 39-40 pp



## VIII. ANEXOS

## Anexo 1: Matriz de consistencia

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>
Eficiencia del carbón activado obtenido de biopolímeros naturales	¿Cuál es la eficiencia del carbón activado obtenido de biopolímeros naturales en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio?	Determinar la eficiencia del uso de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio.	El uso de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales, tendrá una eficiencia del 80%, en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio.
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>
Adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio.	<p>¿Cuál es la capacidad de adsorción del carbón activado obtenido de biopolímeros naturales, para disminuir la concentración de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio?</p> <p>¿Cuál es la variación que genera el uso de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales, en la evaluación de parámetros químicos básicos en agua de mar a nivel</p>	<p>Determinar la capacidad de adsorción del uso de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales para disminuir la concentración de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio.</p> <p>Determinar la variación que generará el uso de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales, en la evaluación de parámetros químicos básicos en agua de</p>	<p>El uso de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales tendrá una capacidad de adsorción de 1189 mg/gramos, en la disminución de la concentración de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en agua de mar a nivel laboratorio.</p> <p>El uso de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales, generará variación en la evaluación de parámetros químicos básicos en agua de mar a nivel laboratorio.</p>


	laboratorio? ¿Cuál es la mejor concentración de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio	mar a nivel laboratorio. Determinar la mejor concentración de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales en la mejora de la calidad de agua de mar por derrames de petróleo.	La mejor concentración de carbón activado obtenido de biopolímeros naturales es de 10gr en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio.
--	--	---	---

**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 2: Ficha de Registro de datos de campo

DEPARTAMENTO DE LIMA				PROVINCIA DEL CALLAO	
FECHA		HORA		COORDENADAS	
MUESTRA DE AGUA DE MAR	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN		X	Y
1	8lt				
DISTRITO DEL CALLAO- PLAYA CHUCUITO					OBSERVACIONES
PARAMETROS IN SITU					
pH	OXIGENO DISUELTO (OD)	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (CE)	SALINIDAD	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS (TDS)	

Fuente: Elaboración propia

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 GRADO: DOCTOR.  
 CIP: 43444

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 GRADO: Doctor  
 CIP: 194095

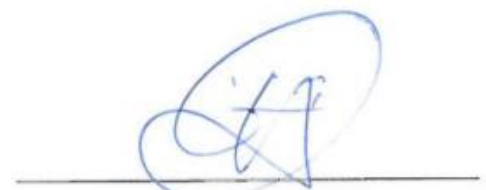
  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 GRADO: Dr.  
 CIP: 89772


### Anexo 3: Ficha de concentración inicial y final de TPH

DEPARTAMENTO: LIMA						PROVINCIA: CALLAO					DISTRITO CALLAO - PLAYA CHUCUITO		FECHA:
N° JARRA	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUIMICOS										CONCENTRACION DE HTP (mg/L)		VALOR ECA CATEGORIA 4
	pH entrada	OD entrada	CE entrada	Salinidad entrada	TDS entrada	pH salida	OD salida	CE salida	Salinidad salida	TDS salida	INICIAL	FINAL	
	1												
2													
3													
4													
5													
6													

Fuente: Elaboración propia

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 GRADO:  
 CIP:

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 GRADO: Doctor  
 CIP: 194095


  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 GRADO:  
 CIP: 87772


**Anexo 4: Ficha de registro de eficiencia del carbón activado obtenido de biopolímeros naturales**

DEPARTAMENTO: LIMA					PROVINCIA: CALLAO		DISTRITO: CALLAO	
N° JARRA	MASA DE CARBON ACTIVADO CON DESECHOS QUERATINOSOS DE AVES (g)	MASA DE CARBON ACTIVADO CON CASCARA DE COCO (g)	VOLUMEN SOLUCION (L) (cte)	TIEMPO DE RETENCIÓN (min)	Concentración de HTP (mg/L)		% Adsorción de HTP	EFICIENCIA DE HTP (mg/l)
					INICIAL	FINAL		
1								
2								
3								
4								
5								
6								

Fuente: Elaboración propia

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 GRADO: DOCTOR  
 CIP: 43444

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 GRADO: Doctor  
 CIP: 194095

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 GRADO: Dr.  
 CIP: 89772

## Anexo 5: Fichas de validación de instrumentos

**Especialista:** Dr. Francisco Alejandro Alcantara Boza



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: Francisco Alejandro Alcantara Boza  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente UCV  
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de concentración inicial y final de HTP  
 1.4 Autor(a) del Instrumento: María Elena Arhuwano Pizarro

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible										X			
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. Organización	Existe una organización lógica.											X		
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										X			
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.



#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

88.5%

Lima, 12 de Nov del 2018

FIRMA DEL EXPERTO

DNI N° 27024726 Telf. 992203135





## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

## I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Franusco Alejandro Alcantara Boza  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente UCV  
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: "Escala de registro de ejecución del carbon activado con biopolímeros naturales"  
 1.4 Autor(a) del Instrumento: Marcela Elena Arhyanca Pavez

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible										X			
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. Organización	Existe una organización lógica.										X			
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										X			
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.



## IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

87.5 %

Lima, 12 / 11 del 2018

FIRMA DEL EXPERTO  
 DNI N° 27079721 Telf. 992203138



**Especialista:** Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO  
 1.2 Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV  
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: "Ficha de registro de datos de campo"  
 1.4 Autor(a) del Instrumento: Manuela Elena Arcehuancá Pavezar

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible											✓		
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. Organización	Existe una organización lógica.											✓		
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											✓		
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											✓		
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.



#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

**90 %**

Lima, ..... del 2018

  
 FIRMA DEL EXPERTO  
 DNI N° 701066653 Telf. 992005015

### VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO JOSE LEONARDO  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente UCV  
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de registro de eficiencia del carbón activado con biopolímeros naturales  
 1.4 Autor(a) del Instrumento: Marela Elena Anchoances Pavezar

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible											✓		
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. Organización	Existe una organización lógica.											✓		
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											✓		
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											✓		
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.



#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

**90 %**

Lima, ..... del 2018

  
**FIRMA DEL EXPERTO**  
 DNI N° 010660153 Telf. 99-2003015



## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

## I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: JOSÉ NAKAYO JOSÉ LEONARDO  
 1.2 Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV  
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de concentración inicial y final de HPF  
 1.4 Autor(a) del Instrumento: Manela Elena Anshwanca Páucar

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible											✓		
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. Organización	Existe una organización lógica.											✓		
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											✓		
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											✓		
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.



## IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, ..... del 2018

FIRMA DEL EXPERTO  
 DNI N° 01000013 Telf. 992005015



### VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: ORDÓÑEZ GALVEZ, Juan Julio  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente  
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de registro de presencia del carbon activado con biopolímeros naturales  
 1.4 Autor(a) del Instrumento: Maricela Elena Anhuwanka Pavezar

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible										✓			
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. Organización	Existe una organización lógica.										✓			
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										✓			
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										✓			
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.



#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %

Lima, 04 de Agosto del 2018

FIRMA DEL EXPERTO  
 DNI N° 60443766 Tel 7781613





## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

## I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: ORDÓÑEZ GALVEZ, Juan Julio  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente  
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: "Mito de registro de datos de campo"  
 1.4 Autor(a) del Instrumento: Marcela Anthonia Pavcar

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible										/			
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. Organización	Existe una organización lógica.										/			
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										/			
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										/			
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.



## IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 14 de NOVIEMBRE del 2018FIRMA DEL EXPERTO  
DNI N° 62443213 Telf. 5201648



## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

## I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Onofre Siquis, José Juli  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente  
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Ficha de consentimiento inicial y final de HTP  
 1.4 Autor(a) del Instrumento: Mariela Elena Arévalo Pizarro

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible										/			
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. Organización	Existe una organización lógica.										/			
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										/			
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										/			
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.

<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

## IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %

Lima, 14 de mayo del 2018
 FIRMA DEL EXPERTO  
 DNI N° 80443006 Telf. 944444444

## Anexo 6: Resultados de laboratorio

**Ensayo N° 001- MAP - 2018**  
LABORATORIO DE QUÍMICA – UCV  
INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE AGUA

**Dirección:** Playa de Chucuito, Callao, Perú  
**Tipo de Ensayos:** Análisis Físicoquímicos  
**Matriz:** Agua Residual Doméstica  
**Descripción de la Muestra:** Muestra tomada de alta mar en el puerto del Callao  
**Muestra tomada por:** Aruahuanca Paucar, Mariela Elena  
**Fecha de ingreso de muestra:** 18/11/2018  
**Lugar donde se realizó el ensayo:** Laboratorio de Química – UCV.

Ph					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
MUESTRA DE AGUA DE MAR	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	7.78
		Este: 258075.2			
MUESTRA DE AGUA DE MAR + 20ml de Crudo	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	6.12
		Este: 258075.2			
Conductividad (µS/cm)					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
MUESTRA DE AGUA DE MAR	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	51200.00
		Este: 258075.2			
MUESTRA DE AGUA DE MAR + 20ml de Crudo	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	53100.00
		Este: 258075.2			
Oxígeno Disuelto (mg/l)					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
MUESTRA DE AGUA DE MAR	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	6.36
		Este: 258075.2			
MUESTRA DE AGUA DE MAR + 20ml de Crudo	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	6.08
		Este: 258075.2			
TPH (mg/l)					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
MUESTRA DE AGUA DE MAR + 20ml de Crudo	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	15329.00
		Este: 258075.2			

Salinidad (% NaCl)					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
MUESTRA DE AGUA DE MAR	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	100.70
		Este: 258075.2			
MUESTRA DE AGUA DE MAR + 20ml de Crudo	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	107.90
		Este: 258075.2			

Sólidos Totales Disueltos (mg/l)					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
MUESTRA DE AGUA DE MAR	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	25700.00
		Este: 258075.2			
MUESTRA DE AGUA DE MAR + 20ml de Crudo	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	28900.00
		Este: 258075.2			

**Metodologías de Análisis:**

APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB.  
 Standard Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992.  
 SMEWW-APHA-AWWA 2510 B. (2017)  
 CANCELA A LA NMX-AA-012-1980  
 SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)  
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B  
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B  
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.

**Equipo Utilizado:**

**Código interno:**

Multiparametro Hanna edge  
 6053633  
 Estufa BINDER  
 6007395



Hitler Román Pérez  
 TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD  
 AMBIENTAL



QFB. Rosalbina de la Cruz Davila  
 FEFE DE PRACTICAS



**Ensayo N° 002 – MAP - 2018**  
 LABORATORIO DE QUÍMICA – UCV  
 INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE AGUA

**Dirección:** Playa de Chucuito, Callao, Perú  
**Tipo de Ensayos:** Análisis Fisicoquímicos  
**Matriz:** Agua Residual Doméstica  
**Descripción de la Muestra:** Muestra tomada del tratamiento con carbon activado de Coco  
**Muestra tomada por:** Aruahuanca Paucar, Mariela Elena  
**Fecha de ingreso de muestra:** 18/11/2018  
**Lugar donde se realizó el ensayo:** Laboratorio de Química – UCV.

**Tratamiento N° 1 : 5gr**

**Ph**

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.1.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	7.36
		Este: 258075.2			
T.1.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	7.38
		Este: 258075.2			
T.1.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	7.35
		Este: 258075.2			

**Conductividad (µS/cm)**

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.1.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	52900.00
		Este: 258075.2			
T.1.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	52600.00
		Este: 258075.2			
T.1.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	53000.00
		Este: 258075.2			

**Oxígeno Disuelto (mg/l)**

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.1.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	7.02
		Este: 258075.2			
T.1.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	7.08
		Este: 258075.2			
T.1.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	7.06
		Este: 258075.2			

Salinidad (% NaCl)					
--------------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.1.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	83.50
		Este: 258075.2			
T.1.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	85.60
		Este: 258075.2			
T.1.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	82.50
		Este: 258075.2			

Solidos Totales Disueltos (mg/l)					
----------------------------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.1.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	21300.00
		Este: 258075.2			
T.1.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	20900.00
		Este: 258075.2			
T.1.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	21500.00
		Este: 258075.2			

TPH (mg/l)					
------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.1.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	80.00
		Este: 258075.2			
T.1.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	85.00
		Este: 258075.2			
T.1.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	90.00
		Este: 258075.2			

Tratamiento N° 2 : 8gr					
------------------------	--	--	--	--	--

Ph					
----	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.2.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	7.40
		Este: 258075.2			
T.2.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	7.42
		Este: 258075.2			
T.2.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	7.45
		Este: 258075.2			

Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )					
------------------------------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.2.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	$\mu\text{S/cm}$	28450.00
		Este: 258075.2			
T.2.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	$\mu\text{S/cm}$	28500.00
		Este: 258075.2			
T.2.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	$\mu\text{S/cm}$	2848.00
		Este: 258075.2			

Oxígeno Disuelto ( $\text{mg/l}$ )					
------------------------------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.2.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	$\text{mg/l}$	7.73
		Este: 258075.2			
T.2.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	$\text{mg/l}$	7.70
		Este: 258075.2			
T.2.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	$\text{mg/l}$	7.78
		Este: 258075.2			

Salinidad (% NaCl)					
--------------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.2.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	53.70
		Este: 258075.2			
T.2.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	52.60
		Este: 258075.2			
T.2.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	54.10
		Este: 258075.2			

Sólidos Totales Disueltos ( $\text{mg/l}$ )					
---	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.2.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	$\text{mg/l}$	13720.00
		Este: 258075.2			
T.2.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	$\text{mg/l}$	13680.00
		Este: 258075.2			
T.2.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	$\text{mg/l}$	13800.00
		Este: 258075.2			

TPH (mg/l)					
------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.2.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	10.00
		Este: 258075.2			
T.2.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	15.00
		Este: 258075.2			
T.2.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	18.00
		Este: 258075.2			

Tratamiento N° 3 : 11gr					
-------------------------	--	--	--	--	--

Ph					
----	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.3.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	7.92
		Este: 258075.2			
T.3.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	8.02
		Este: 258075.2			
T.3.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	7.89
		Este: 258075.2			

Conductividad (µS/cm)					
-----------------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.3.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	28610.00
		Este: 258075.2			
T.3.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	28690.00
		Este: 258075.2			
T.3.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	28700.00
		Este: 258075.2			

Oxígeno Disuelto (mg/l)					
-------------------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.3.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	8.12
		Este: 258075.2			
T.3.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	8.15
		Este: 258075.2			
T.3.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	8.20
		Este: 258075.2			

Salinidad (% NaCl)					
--------------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.3.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	55.80
		Este: 258075.2			
T.3.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	55.10
		Este: 258075.2			
T.3.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	56.20
		Este: 258075.2			

Sólidos Totales Disueltos (mg/l)					
----------------------------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.3.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	14.26
		Este: 258075.2			
T.3.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	14.32
		Este: 258075.2			
T.3.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	14.18
		Este: 258075.2			

TPH (mg/l)					
------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.3.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	20.00
		Este: 258075.2			
T.3.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	23.00
		Este: 258075.2			
T.3.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	28.00
		Este: 258075.2			

**Metodologías de Análisis:**

APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB.  
Standard Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992.  
SMEWW-APHA-AWWA 2510 B. (2017)  
CANCELA A LA NMX-AA-012-1980  
SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)  
APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B  
APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B  
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended  
Solids Dried at 103-105°C.

**Equipo Utilizado:**

Multiparametro Hanna edge

**Código interno:**

6053633

Estufa BINDER

6007395



Hitler Román Pérez  
TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD  
AMBIENTAL



QFB. Rosalbina de la Cruz Davila  
FEFE DE PRACTICAS

**Ensayo N° 003 – MAP - 2018**  
 LABORATORIO DE QUÍMICA – UCV  
 INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE AGUA

Dirección: Playa de Chucuito, Callao, Perú  
 Tipo de Ensayos: Análisis Físicoquímicos  
 Matriz: Agua Residual Doméstica  
 Descripción de la Muestra: Muestra tomada del tratamiento con carbon activado de Plumas de Pollo  
 Muestra tomada por: Aruahuanca Paucar, Mariela Elena  
 Fecha de ingreso de muestra: 18/11/2018  
 Lugar donde se realizó el ensayo: Laboratorio de Química – UCV.

**Tratamiento N° 1 : 12 gr**

**Ph**

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.1.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	7.27
		Este: 258075.2			
T.1.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	7.30
		Este: 258075.2			
T.1.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	7.28
		Este: 258075.2			

**Conductividad (µS/cm)**

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.1.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	41300.00
		Este: 258075.2			
T.1.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	41800.00
		Este: 258075.2			
T.1.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	41500.00
		Este: 258075.2			

**Oxígeno Disuelto (mg/l)**

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.1.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	6.26
		Este: 258075.2			
T.1.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	6.25
		Este: 258075.2			
T.1.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	6.29
		Este: 258075.2			

Salinidad (% NaCl)					
--------------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.1.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	70.10
		Este: 258075.2			
T.1.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	72.30
		Este: 258075.2			
T.1.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	71.00
		Este: 258075.2			

Solidos Totales Disueltos (mg/l)					
----------------------------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.1.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	18900.00
		Este: 258075.2			
T.1.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	17500.00
		Este: 258075.2			
T.1.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	19100.00
		Este: 258075.2			

TPH (mg/l)					
------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.1.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	2440.00
		Este: 258075.2			
T.1.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	2460.00
		Este: 258075.2			
T.1.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	2512.00
		Este: 258075.2			

Tratamiento N° 2 : 15gr					
-------------------------	--	--	--	--	--

Ph					
----	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.2.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	7.38
		Este: 258075.2			
T.2.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	7.35
		Este: 258075.2			
T.2.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	--	7.40
		Este: 258075.2			



Conductividad (µS/cm)					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.2.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	30700.00
		Este: 258075.2			
T.2.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	31200.00
		Este: 258075.2			
T.2.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	30500.00
		Este: 258075.2			
Oxígeno Disuelto (mg/l)					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.2.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	6.36
		Este: 258075.2			
T.2.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	6.30
		Este: 258075.2			
T.2.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	6.40
		Este: 258075.2			
Salinidad (% NaCl)					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.2.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	60.10
		Este: 258075.2			
T.2.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	59.80
		Este: 258075.2			
T.2.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	61.20
		Este: 258075.2			
Solidos Totales Disueltos (mg/l)					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.2.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	15300.00
		Este: 258075.2			
T.2.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	14900.00
		Este: 258075.2			
T.2.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	15400.00
		Este: 258075.2			

TPH (mg/l)					
------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.2.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	1600.00
		Este: 258075.2			
T.2.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	1652.00
		Este: 258075.2			
T.2.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	1690.00
		Este: 258075.2			

Tratamiento N° 3: 18 gr					
-------------------------	--	--	--	--	--

Ph					
----	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.3.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	—	7.43
		Este: 258075.2			
T.3.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	—	7.38
		Este: 258075.2			
T.3.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	—	7.40
		Este: 258075.2			

Conductividad (µS/cm)					
-----------------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.3.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	30900.00
		Este: 258075.2			
T.3.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	40000.00
		Este: 258075.2			
T.3.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	µS/cm	30800.00
		Este: 258075.2			

Oxígeno Disuelto (mg/l)					
-------------------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.3.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	6.45
		Este: 258075.2			
T.3.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	6.42
		Este: 258075.2			
T.3.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	6.48
		Este: 258075.2			

Salinidad (% NaCl)					
--------------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.3.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	60.50
		Este: 258075.2			
T.3.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	60.30
		Este: 258075.2			
T.3.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	% NaCl	61.10
		Este: 258075.2			

Sólidos Totales Disueltos (mg/l)					
----------------------------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.3.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	15500.00
		Este: 258075.2			
T.3.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	15800.00
		Este: 258075.2			
T.3.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	14900.00
		Este: 258075.2			

TPH (mg/l)					
------------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
T.3.1	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	800.00
		Este: 258075.2			
T.3.2	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	825.00
		Este: 258075.2			
T.3.3	Muestra	Norte: 8671256.5	0	mg/l	830.00
		Este: 258075.2			

**Metodologías de Análisis:**

APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB.  
Standard Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992.  
SMEWW-APHA-AWWA 2510 B. (2017)  
CANCELA A LA NMX-AA-012-1980  
SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)  
APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B  
APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B  
SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended  
Solids Dried at 103-105°C.

**Equipo Utilizado:**

Multiparametro Hanna edge

**Código interno:**

6053633

Estufa BINDER

6007395



Hitler Román Pérez  
TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD  
AMBIENTAL



QFB. Rosalbina de la Cruz Davila  
FEFE DE PRACTICAS

## Anexo 7. Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Elmer Benites Alfaro, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional de Ing. Ambiental, de la Universidad César Vallejo Lima Norte, revisor(a) de la tesis titulada:

“Eficiencia del carbón activado obtenido de biopolímeros naturales en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio, Callao-2018”

De la estudiante **ARHUANCA PAUCAR MARIELA ELENA**, constató que la investigación tiene un índice de similitud de **26 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los olivos, 05 de febrero de 2020

  
  
.....  
Dr. ELMER BENITES ALFARO  
DNI: ...07867259.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



## Anexo 8. Autorización de Publicación de Tesis en Repositorio Institucional UCV

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo **ARUHUANCA PAUCAR MARIELA ELENA.**, identificado con DNI N° 72875526, egresada de la Escuela Profesional de Ing. Ambiental. de la Universidad César Vallejo, autorizo (x), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "**Eficiencia del carbón activado obtenido de biopolímeros naturales en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio, Callao-2018**"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

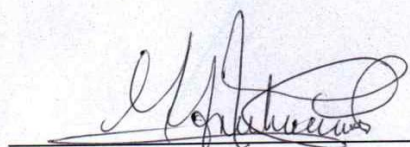
.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 72875526.

FECHA: ...04... de ...febrero..... del 2020....

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

## Anexo 9. Autorización de la Versión final del Trabajo de Investigación



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

***ARUHUANCA PAUCAR MARIELA ELENA***

INFORME TITULADO:

“Eficiencia del carbón activado obtenido de biopolímeros naturales en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio, Callao-2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 15/01/2019

NOTA O MENCIÓN: 15



*Dr. Elmer Benites Alfaro*  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

NRO. 08 -20/I



## Anexo 10. Pantallazo del Software Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=28u=1051031624&o=1155114912&lang=es

feedback studio Mariela Aruahuanca Paucar Tesis Mariela Aruahuanca-Titulación 10 de 16



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"Eficiencia del carbón activado obtenido de biopolímeros naturales en la adsorción de petróleo en agua de mar a nivel laboratorio Callao-2018"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERA AMBIENTAL

AUTOR(A):

Aruahuanca Paucar, Mariela Elena

ASESOR:

Dr. Francisco Alejandro Alcántara Roza

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los residuos

Lima - Perú

2018- II



**Resumen de coincidencias**

**26 %**

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	7 %
2	Entregado a Universidad...	6 %
3	comunidadpmcpa.uasf...	2 %
4	www.scribd.com	1 %
5	repository.lasalle.edu.co	1 %
6	repositorio.unsm.edu.pe	1 %
7	www.redalyc.org	1 %
8	repository.unilibre.edu...	1 %
9	es.wikipedia.org	<1 %

Página: 1 de 145 Número de palabras: 25642

Text-only Report High Resolution **Activado**